

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO ENTRE LOS
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL Y LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA
DE LA UIS**

ANDRÉS MAURICIO MÉNDEZ SUÁREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO ENTRE LOS
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL Y LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA
DE LA UIS**

ANDRÉS MAURICIO MÉNDEZ SUÁREZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
GUILLERMO MEJÍA AGUILAR
Ingeniero Civil, PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1 OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.1.1 Objetivo Específico	14
2 MARCO TEÓRICO	15
2.1 DESEMPEÑO ACADÉMICO	15
2.2 FACTORES QUE INFLUENCIAN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO	15
2.3 PRUEBAS EXIM	16
3 METODOLOGÍA	18
4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS Y POBLACIÓN	21
4.2 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO	22
5 RESULTADOS	25

5.1	HIPÓTESIS DE ASOCIACIÓN ENTRE DOMINIOS Y COMPETENCIAS	25
5.2	HIPÓTESIS DE DOMINIO DEL PROGRAMA SOBRE LAS COMPETENCIAS	30
6	DISCUSIÓN	33
7	CONCLUSIÓN	36
	CITAS	38
	BIBLIOGRAFÍA	40
	ANEXOS	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución por programa de la Facultad Físico Mecánicas	21
Tabla 2. Distribución por programa de la Facultad Físico Químicas	21
Tabla 3. Distribución por año	22
Tabla 4. Estadística básica de cada competencia	26
Tabla 5. Estadística básica de cada competencia respecto a un año	26
Tabla 6. Resumen del comportamiento de las variables	27
Tabla 7. Comparación de los modelos generados	28
Tabla 8. Relación entre las variables	29

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Líneas de tendencia superpuestas de todos os programas de Ingenierías de la UIS

31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Tabla de Estadísticas básicas de las competencias evaluadas en Matemáticas y Física	42
Anexo 2. Gráficos de interacción de Matemáticas y Física de todos los programas de ingeniería de la UIS, por programa académico y por facultad	43

RESUMEN

TÍTULO: Estudio Comparativo del Desempeño Académico entre los Estudiantes de Ingeniería Civil y los programas de Ingeniería de la UIS.*

AUTOR: Andrés Mauricio Méndez Suárez**

PALABRAS CLAVE: Desempeño, Rendimiento, Conocimiento, Educación, Desarrollo.

DESCRIPCIÓN

La educación se considera como un factor determinante en el desarrollo de una sociedad, tanto económico como técnico, pues fomenta en todo ámbito el progreso y la competitividad, esto ha despertado en las directivas institucionales un interés particular por los resultados académicos de sus estudiantes, cuyo estudio y análisis constituyen herramientas sólidas para construir indicadores que orienten la toma de decisiones en el desarrollo de la educación superior. Hoy en día los estudiantes se enfrentan cada vez más a retos y exigencias del medio que demandan una gran cantidad de recursos, tanto físicos, como técnicos y psicológicos de diferente índole.

El propósito del presente estudio, es indagar sobre los procesos cognitivos en matemáticas y física, y explorar en qué medida algunos componentes de las materias predicen el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería de la Universidad Industrial de Santander, analizando las competencias evaluadas por la prueba EXIM. El estudio encontró evidencia estadística relevante para sugerir que la enseñanza de las matemáticas del ciclo básico de los programas de ingeniería tiende a desarrollar de manera predominante la habilidad de aplicar conocimientos en la práctica y se denota la diferencia entre el desempeño de los estudiantes por facultad de ingenierías. Por otro lado, hay indicios que muestran la influencia que los programas de ingeniería, ejercen sobre las competencias en matemáticas de los estudiantes de ingeniería de la UIS. Los resultados indican que el planteamiento del pensum en ingeniería, promueve la enseñanza de las matemáticas durante el ciclo básico de manera predominantemente hacia el pensamiento determinístico más que el probabilístico.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Guillermo Mejía Aguilar, Ingeniero Civil, PhD.

ABSTRACT

TITLE: Comparative study of academic performance among students of Civil engineering and UIS engineering programs.*

AUTHOR: Andrés Mauricio Méndez Suárez**

KEYWORDS: Performance, Knowledge, Education, Development.

DESCRIPTION

The education is seen as a determining factor in the development of a society, both economically and technically, it encourages progress in all areas and competitiveness, this has aroused in institutional policies particularly interested in the academic performance of their students, whose study and analysis to build up strong indicators that guide decision-making in the development of higher education tools. Nowadays students increasing challenges and demands of the environment that demand a lot of resources, both physical, as different technical and psychological nature.

The purpose of this study is to investigate cognitive processes in mathematics and physics, and explore to what extent some components of the subjects predict the academic achievement of engineering students from the Universidad Industrial de Santander, analyzing the skills evaluated by the test EXIM. The study found significant statistical evidence to suggest that mathematics teaching basic cycle engineering programs tend to predominantly develop the ability to apply knowledge in practice and is denoted the difference between the performances of students by faculty engineering. On the other way, there are signs that show the influence that engineering programs have on the math skills of engineering students from the UIS. The results indicate that the approach of the engineering curriculum, promotes mathematics education in the basic cycle so predominantly towards the deterministic than the probabilistic thinking.

* Work Degree

** Faculty of Engineering Physics and Mechanics, School of Civil Engineering. Director: Guillermo Mejía Aguilar, Civil Engineer, PhD.

INTRODUCCIÓN

Los desempeños académicos de los estudiantes que cursan los primeros semestres de los programas de ingeniería requieren unos mínimos exigidos para atender los procesos de formación de las asignaturas del ciclo básico (hasta cuarto semestre) y del ciclo profesional. Sin embargo, algunos estudios muestran un preocupante panorama sobre el desempeño de los estudiantes durante los primeros semestres. Casos de estudio como en la Universidad de Antioquia, muestra que en el segundo semestre de 2005, el 75% (545 estudiantes) de los 727 que ingresaron a primer semestre de ingenierías, incurrió en bajo rendimiento académico ([Valencia et al., 2007](#)). Por otra parte, en la Universidad Industrial de Santander –UIS, los indicadores de desaprobación de asignaturas en los cursos del primer semestre del año 2012 arrojaron resultados preocupantes: el 60% de los estudiantes de Cálculo I, desaprobó el curso; en Álgebra Lineal I, el 45%; en Taller de Lenguaje, el 22%; y en Geometría Descriptiva, el 21% ([UIS, 2012](#)).

La calidad de la formación se evidencia con la capacidad que tiene los profesionales de ingeniería para responder ética y profesionalmente a las necesidades que plantea la sociedad. En el escenario de las instituciones de educación superior (IES) la calidad de la formación se puede evidenciar mediante pruebas estandarizadas que midan el aprendizaje logrado por el estudiante. En consecuencia resulta importante analizar el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería más allá de los reportes institucionales de desempeño académico, lo cual es posible llevar a cabo a través de pruebas estandarizadas que se vienen adelantando durante los últimos años, como las pruebas EXIM de ACOFI.

La implementación de herramientas estadísticas para el estudio del desempeño académico se basa en el uso de modelos lineales jerárquicos que crean una dependencia en múltiples factores y variables. El presente estudio se basó en los resultados logrados por el programa de Ingeniería Civil en las pruebas EXIM y así mismo de los demás programas de ingeniería para posteriormente compararlos en cuanto a resultados del desempeño obtenido de los estudiantes en las áreas de Matemáticas y Física.

Este estudio permitirá consolidar y analizar información sobre los niveles de desempeño de los estudiantes según los dominios conceptuales y el nivel de desarrollo de las competencias académicas de los estudiantes de ingeniería en la UIS, para proponer los indicadores de desempeño académico más apropiados para evaluar y hacer el seguimiento a los estudiantes de Ingeniería Civil. Así mismo del análisis realizado se obtuvo información sobre la influencia de los programas de ingeniería sobre los dominios conceptuales y competencias definidas por el EXIM.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- El presente estudio se propuso analizar los resultados logrados por los estudiantes del programa de Ingeniería Civil comparado con otros programas de ingeniería de la UIS basados en las pruebas EXIM.

1.1.1 Objetivo Especifico

- De manera específica, el estudio se propuso analizar los resultados de desempeño de los estudiantes en las áreas disciplinares de matemáticas y física, desagregados por programa de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DESEMPEÑO ACADÉMICO

En la sociedad la educación del hombre ha sido un tema de mayor preocupación e interés para ésta y sobre todo en la actualidad, puesto que por medio de la educación el hombre y por consiguiente la sociedad va a poder tener un desarrollo en diversos ámbitos como el económico, político, social y educativo ([Ruiz, 2002](#)).

El desempeño académico hace referencia a la manera que el estudiante se enfrenta a una evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito escolar o universitario. Un estudiante con buen desempeño académico es aquél que obtiene calificaciones satisfactorias en los exámenes que debe presentar a lo largo de un año escolar o un periodo académico. En otras palabras, el desempeño académico es una medida de las capacidades del alumno, que expresa lo que ha aprendido a lo largo del proceso de educación formativa. También se entiende el desempeño como la capacidad del alumno para responder a los estímulos educativos dados. En este sentido, el desempeño académico está vinculado enteramente a la aptitud del estudiante. ([Definicion.de](#))

2.2 FACTORES QUE INFLUENCIAN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO

Los factores que influyen el desempeño académico son múltiples y tienen su origen en diferentes focos tanto personales, como del entorno familiar y académico que rodea al estudiante, como su paso por la escuela secundaria y su manera de afrontar la etapa inicial de la vida universitaria.

En un estudio de Determinantes del Desempeño Universitario basado en efectos heterogéneos en un modelo censurado de la Universidad Nacional de La Plata, se evidencia que los principales resultados de los factores influenciadores del desempeño los indica el género, el estado civil, el tipo de residencia, la edad, el tipo de escuela secundaria, el nivel educativo de los padres, la condición laboral al ingreso, la situación socioeconómica y la condición laboral de la madre. Sin embargo la influencia no es homogénea. Los alumnos de bajo rendimiento son los más afectados por factores como el género, la edad, el nivel de instrucción de los padres y la condición laboral al ingresar. En los cuantiles superiores es más importante la influencia del estado civil, el tipo de residencia, la escuela secundaria, la situación socioeconómica y la condición de actividad de la madre. Adicionalmente, tanto el rendimiento en la escuela secundaria como en los primeros meses de carrera resultaron relevantes, y en ambos casos con efectos similares en la mayoría de los estudiantes.

2.3 PRUEBAS EXIM

La prueba EXIM que lidera la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, nace de un compromiso con la política de aseguramiento de la calidad en la educación superior, en alineación con la política nacional de evaluación competencias en la educación superior ([Decreto Núm. 1781 de 2003](#)).

Según ACOFI ([2007](#)), la prueba EXIM estructura su evaluación en cuatro áreas fundamentales: matemáticas, física, química y biología. Transversales a estas cuatro áreas disciplinares, define tres competencias académicas básicas: capacidad de abstracción, análisis y síntesis; capacidad de aplicación de conocimientos a la práctica; y capacidad de identificación, planteamiento y solución de problemas. Adicionalmente, por cada área disciplinar, define sus dominios

conceptuales. Para el área de matemáticas, los dominios conceptuales son: variación y cambio, medición, convergencia, estructuras y aleatorio; para el área de física, los dominios son: campos, ondas, sistemas de partículas y medición y modelos experimentales. La prueba está compuesta por 140 preguntas: 45 de matemáticas; 35 de física; 30 de química; y 30 de biología. Las preguntas formuladas evalúan tanto las competencias como los dominios conceptuales. La interpretación de los puntajes por nivel se da de la siguiente manera: nivel bajo, puntajes menores de 50; nivel medio, puntajes entre 50 y 70; y el nivel alto, puntajes mayores a 70 con un puntaje máximo de 100.

3. METODOLOGÍA

- a) Para lograr los objetivos propuestos se analizaron los resultados de las pruebas EXIM durante el período 2009-2013 por medio de un estudio transversal, correspondiente a los estudiantes de las Facultades de Ingenierías Fisicoquímicas y Físico mecánicas de la UIS.
- b) Para cada objetivo específico se definió un modelo general de ecuaciones lineales y su evaluación se realizó con el software libre de análisis estadístico R Studio.
- c) Las variables que intervinieron en el estudio están conformadas por los siguientes dominios conceptuales y sus componentes:

Dominio Conceptual	Componente
<u>Matemáticas</u>	• <u>Variación y cambio</u>: Estructura del sistema de numeración, sus propiedades, operaciones y relaciones; comprensión de fenómenos de cambio y dependencia. • <u>Medición</u>: Construcción y manejo de representaciones bidimensionales y tridimensionales; comprensión del espacio y el plano. • <u>Aleatorio</u>: Comprensión de datos extraídos de contextos no matemáticos; uso de medidas de tendencia central, posición, dispersión y forma.

- Estructuras: Sistema de ecuaciones lineales, producto escalar y producto vectorial, determinantes, y álgebra matricial.
- Convergencia: Sucesiones y series, aproximación polinómica de funciones y la aproximación de integrales.

Física

- Campos: Campos gravitacional, eléctrico, magnético y electromagnético, leyes de Newton y teoría de la relatividad.
 - Ondas: Ondas mecánicas y electromagnéticas, vibraciones, movimiento armónico simple, péndulo, refracción y difracción.
 - Sistemas de partículas: Termodinámica, fluidos, estadística, sólidos y redes cristalinas.
 - Medición y modelos experimentales: Teoría de errores, modelos experimentales, análisis dinámico de cuerpo libre, análisis de movimiento bajo la acción de una fuerza conservativa.
-

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y MÉTODO DE ANÁLISIS

Para lograr los objetivos anteriormente descritos, se implementó un estudio de modelos lineales jerárquicos con los resultados de las pruebas EXIM que se dieron durante el periodo 2009-2013, tanto de la facultad de ingenierías físico-mecánicas como de la facultad de ingenierías físico-químicas. Vale la pena dejar claro que las facultades y programas y a considerar en el estudio son: la Facultad de Ingeniería Físico-química con sus programas de Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería de Petróleos e Ingeniería Química y la Facultad de Ingeniería Físico-mecánicas con sus programas de Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.

Un modelo general de ecuaciones nos ayuda a la implementación del modelo lineal jerárquico, que se usó para determinar si hay efecto combinado de área y competencia/programa sobre los resultados; y dado el caso de no evidenciarse una interacción, entonces se determinó el impacto que tendría el resultado total del área y competencia/facultad, de manera independiente para evidenciar la correlación y saber si existe una competencia más apropiada para los estudiantes de Ingeniería Civil.

La ecuación tipo de este modelo se muestra a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j X_i + \beta_k X_i + (\alpha \beta)_{jk} X_i + \varepsilon$$

4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS Y POBLACIÓN

Las unidades de análisis definidas para este estudio son:

Tabla 1. Distribución por programa de la Facultad Físico Mecánicas

Escuela/Departamento	N	%
Ing. Civil	98	17%
Ing. de Sistemas	103	18%
Ing. Eléctrica	78	14%
Ing. Electrónica	94	16%
Ing. Industrial	96	17%
Ing. Mecánica	107	18%
Total	576	100%

Tabla 2. Distribución por programa de la Facultad Físico Químicas

Escuela/Departamento	N	%
Ing. Química	342	40%
Ing. de Petróleos	327	38%
Ing. Metalúrgica	190	22%
Total	859	100%

El período de observación y análisis del estudio comprendió los años 2009 al 2013 y el porcentaje de participación por año se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución por Año

Año	N	%
2009	100	7%
2010	174	12%
2011	282	20%
2012	497	35%
2013	382	26%
Total	1435	100%

4.2 VARIABLES QUE INTERVINIERON EN EL ESTUDIO

En el área de Matemáticas las variables presentes fueron:

- **Puntaje Total (M):** se refiere al puntaje ponderado obtenido.
- **Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (C1M):** hace referencia a la capacidad de identificar, interpretar, describir, representar, modelar, analizar y sintetizar problemas planteados para explicarlos y obtener conclusiones lógicas. Es la capacidad que requiere de apropiación de los conceptos de la disciplina por parte de los estudiantes de ingeniería. Se centra en la capacidad de trabajar con las ideas independientemente de los objetos por ellas representados.
- **Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica (C2M):** se refiere a la capacidad para aplicar los conocimientos teóricos en la solución de una situación planteada de poca complejidad. Es la capacidad de poner en la práctica los conocimientos adquiridos en la solución de una situación problémica usual.

- **Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas (C3M):** corresponde a la capacidad para identificar, plantear alternativas de solución y solucionar un problema. Es la capacidad de poner en la práctica los conocimientos adquiridos en la solución de una situación problémica, iniciando desde el planteamiento de las hipótesis, búsqueda de las posibles soluciones y solución del problema.
- **Año:** corresponde al año de presentación del examen.

En el área de Física las variables presentes fueron:

- **Puntaje Total (F):** se refiere al puntaje ponderado obtenido.
- **Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (C1F):** La abstracción es entendida como el proceso mediante el cual se determinan las características comunes a diferentes objetos o a sus relaciones. Está referido a la posibilidad de trabajar con las ideas independientemente de los objetos que están representados por ellas.
- **Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica (C2F):** Esta competencia implica hacer transferencia del conocimiento o la habilidad adquirida a diversas situaciones.
- **Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas (C3F):** Es la capacidad para dar solución a una situación, teniendo que construir todos los sistemas de representación necesarios para resolverla.
- **Año:** corresponde al año de presentación del examen.

Los años que se tomaron para el estudio fueron en base a la información dada por la universidad, que se contempla desde el año 2009 hasta el 2013, teniendo en cuenta que los registros de la Facultad de Ingenierías Físico-Químicas están dados desde el año 2010 hasta el 2013 y en la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas desde el 2009 hasta el año 2013.

5. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados de acuerdo al orden de las hipótesis que fueron formuladas anteriormente en la sección de metodología. Primero, se analizarán los resultados obtenidos al probar las hipótesis de asociación entre dominios y competencias, luego se relacionan las hipótesis de interacción entre programas de ingeniería y dominios/competencias y posteriormente, los resultados relacionados con las hipótesis de interacción entre facultades de ingeniería y dominios/competencias.

5.1 HIPÓTESIS DE ASOCIACIÓN ENTRE DOMINIOS Y COMPETENCIAS

Se plantearon diferentes tipos de modelos lineales jerárquicos para llevar a cabo la evaluación de las variables anteriormente descritas. Se contemplaron cuatro modelos los cuales se fueron elevando en su correlación de manera paulatina para así comprender la relación de las variables.

Las estadísticas básicas de las variables involucradas en el análisis se muestran en la Tabla 4. Se puede notar que “Capacidad de Abstracción, análisis y síntesis” (C1M) muestra el mejor promedio y la mejor desviación dentro del grupo de competencias en matemáticas ($X = 52,3$; $STD = 10,00037$). Mientras que la variable “Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas” (C3M) muestra el más bajo promedio ($X = 51,38$; $STD = 10,55428$). En cuanto a física encontramos que la competencia “Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica” (C2F) muestra el mejor promedio y es también la que muestra la mayor desviación ($X = 51,12$; $STD = 10,55571$).

Tabla 4. Estadística básica de cada competencia.

	M	C1M	C2M	C3M	F	C1F	C2F	C3F
MIN	16	26	24	25	26	25	26	29
1st Qu	45	45	43	44	49	43	42	45
MEDIAN	52	52	51	52	51	51	51	51
$\bar{X}$	52,34	52,3	51,86	51,38	52,03	50,86	51,12	50,97
3rd Qu	60	60	59	59	54	59	57	58
MAX	86	84	84	80	95	82	89	85
STD	10,4819	10,00037	10,53171	10,55428	8,358582	10,30403	10,55571	10,54546
VAR	109,8703	100,0075	110,9169	111,3928	69,8659	106,173	111,4229	111,2067

Al momento de trabajar con los datos de las pruebas EXIM, se asume que la distribución de los resultados es normal; y luego de realizar la estadística descriptiva se tiene que todos los supuestos asumidos para los modelos de regresión lineal se cumplen.

Para tener una referencia de la variación de los resultados de los componentes a través del periodo de tiempo estudiado, 2009 - 2013, se muestra en la Tabla 5 el comportamiento del promedio y la desviación estándar.

Tabla 5. Estadística básica de cada competencia respecto a un año.

	2009		2010		2011		2012		2013	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
M	58,28	10,2908	55,9	8,225906	51,92	10,21099	48,54	10,99061	54,42	9,097192
C1M	55,15	9,841548	53,85	9,1822	50,79	10,43206	50,61	10,18912	54,15	9,245158
C2M	57,66	10,31349	56,3	8,967139	52,05	10,08794	47,43	10,52877	53,94	9,284154
C3M	56,46	10,04577	54,63	8,640782	50,29	10,33644	48,96	10,91759	52,52	10,18612
F	57,76	10,74979	54,26	9,615089	53,76	9,697489	49,32	6,920726	51,74	6,038559
C1F	55,41	9,606495	53,57	9,153327	52,93	10,2983	46,02	9,579172	53,16	9,601227
C2F	55,72	11,37433	52,68	10,28439	52,3	9,925878	47,15	10,24302	53,49	9,726641
C3F	56,89	10,79833	53,24	10,59116	52,32	10,29827	46,79	9,688483	52,82	9,888074

Se puede notar que en el año 2009 “Puntaje Total en Matemáticas” (M) muestra el mejor promedio y la mejor desviación ($X = 58,28$; $STD = 10,2908$) en comparación con el resultado en Física. Mientras que la variable “Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica” de Matemáticas (C2M) muestra el mejor promedio ($X = 57,66$; $STD = 10,31349$) y la mejor desviación la muestra la variable “Capacidad de abstracción, análisis y síntesis” de Física (C1F) ($X = 55,41$; $STD = 9,606495$).

De manera sencilla en la Tabla 6 se muestran en color Naranja, la asignatura en que se obtuvo mejor desempeño en cada año correspondiente; en Verde, el mejor promedio de los componentes tanto en Física como en Matemática; en Azul, el mejor valor de desviación estándar en cada uno de los componentes de las dos asignaturas, referidos al año de presentación del EXIM.

Tabla 6, resumen del comportamiento de las variables.

	2009		2010		2011		2012		2013	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
M	58,28	10,2908	55,9	8,225906	51,92	10,21099	48,54	10,99061	54,42	9,097192
C1M	55,15	9,841548	53,85	9,1822	50,79	10,43206	50,61	10,18912	54,15	9,245158
C2M	57,66	10,31349	56,3	8,967139	52,05	10,08794	47,43	10,52877	53,94	9,284154
C3M	56,46	10,04577	54,63	8,640782	50,29	10,33644	48,96	10,91759	52,52	10,18612
F	57,76	10,74979	54,26	9,615089	53,76	9,697489	49,32	6,920726	51,74	6,038559
C1F	55,41	9,606495	53,57	9,153327	52,93	10,2983	46,02	9,579172	53,16	9,601227
C2F	55,72	11,37433	52,68	10,28439	52,3	9,925878	47,15	10,24302	53,49	9,726641
C3F	56,89	10,79833	53,24	10,59116	52,32	10,29827	46,79	9,688483	52,82	9,888074

Una vez comprobado que no se violaban los supuestos básicos para los modelos de regresión lineal múltiple, se evaluaron las hipótesis de asociación en primera

medida de los modelos básicos (M0), y luego de manera paulatina se fue elevando (M1.A) y (M2). Usando el código en R Studio con el método de la estimación de máxima verosimilitud “ML”

```
> m0<-glms(M ~ 1, data = facultades, method = “ML”)
```

Teniendo como única variación la variable que interviene en el estudio dependiendo del modelo que se evalúa. En la Tabla 7, se muestra un resumen de los modelos que se plantearon en primera medida, las variables utilizadas, los grados de libertad y los coeficientes BIC y LogLik.

Tabla 7. Comparación de los modelos generados.

	M0				M1.A [Programa]				M2			
	BIC	LogLik	LogLik*-2	dF	BIC	LogLik	LogLik*-2	dF	BIC	LogLik	LogLik*-2	dF
M	10814,43	-5399,948	10799,896	2	10788,65	-5383,425	10766,85	3	10791,37	-5381,149	10762,298	3
C1M	10680,03	-5332,748	10665,496	2	10682,29	-5330,244	10660,488	3	10687,65	-5329,29	10658,58	3
C2M	10824,04	-5404,753	10809,506	2	10799,04	-5388,617	10777,234	3	10802,86	-5386,897	10773,794	3
C3M	10834,48	-5409,97	10819,94	2	10827,21	-5402,702	10805,404	3	10828,37	-5399,65	10799,3	3
F	10166,5	-5075,984	10151,968	2	10022,52	-5000,357	10000,714	3	10029,78	-5000,357	10000,714	3
C1F	10765,26	-5375,361	10750,722	2	10733,02	-5355,607	10711,214	3	10740,28	-5355,607	10711,214	3
C2F	10834,42	-5409,942	10819,884	2	10790,84	-5384,519	10769,038	3	10798,11	-5384,519	10769,038	3
C3F	10831,64	-5408,55	10817,1	2	10816,9	-5397,549	10795,098	3	10823,59	-5397,261	10794,522	3

Conocidas las variables, su comportamiento en estadística descriptiva y evaluado el grado de variación explicada, el análisis de impacto de cada competencia sobre el programa de cada modelo teniendo en cuenta que en modelo cero M0 es la base y no se usaron intercepto aleatorios. A partir del Modelo M1.A se fue aplicando el intercepto aleatorio por programa académico. Los resultados se muestran de la siguiente manera (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Relación entre las variables.

Modelo	Variable Dependiente	Variable Independiente	χ^2	P-value
M1A	Programa	M	33,046	<,0001
		C1M	5,008	0,0252
		C2M	32,272	<,0001
		C3M	14,536	0,0001
		F	151,254	<,0001
		C1F	39,508	<,0001
		C2F	50,846	<,0001
		C3F	22,002	<,0001
M2	Facultad/Programa	M	4,552	<0,0001
		C1M	1,908	0,0085
		C2M	3,44	<,0001
		C3M	6,104	<,0001
		F	0	0,0001
		C1F	0	0,0006
		C2F	0	0,0354
		C3F	0,576	0,0001

Para sustentar que existe una evolución hacia la mejoría a medida que se aumenta un nivel jerárquico en el estudio, se hace la comparación entre modelos, del más sencillo con respecto al del siguiente nivel, teniendo en cuenta que el valor de χ^2 debe ser mayor o igual a 3,84 y el P-value menor a 0,05. Con un P-value menor de 0,05 aseguramos un intervalo de confianza grande.

Si observamos la anterior tabla nos damos cuenta que no hay una mejoría significativa de los modelos, es decir todos los modelos nos cumplen los supuestos. Pero cabe resaltar que en el modelo dos, tenemos la inclusión de un intercepto aleatorio que crea una dependencia y en este caso se trata de predecir el resultado que obtendrá el estudiante en cierto componente de matemáticas o física,

dependiendo del programa a que pertenece por medio del método de un ajuste lineal de efectos mixtos por máxima verosimilitud.

En la implementación de los efectos mixtos en los modelos lineales jerárquicos en R Studio, se hizo necesaria una ampliación del código anteriormente mostrado, en el cual también se hacía necesaria la función de máxima verosimilitud. Para este caso el código usado fue:

```
> m2.M<-lme(M ~ 1, data = facultades, random = ~1|Facultad/Programa,  
method = "ML")
```

Donde, lme es la función principal que nos representa el modelo lineal que usa el intercepto aleatorio que como en este caso (M2) se hace predecir a partir del programa al que pertenece determinado estudiante. El método implementado “ML” se implementa también en este nivel para lograr una estimación más precisa de los parámetros de la regresión planteada con la función principal.

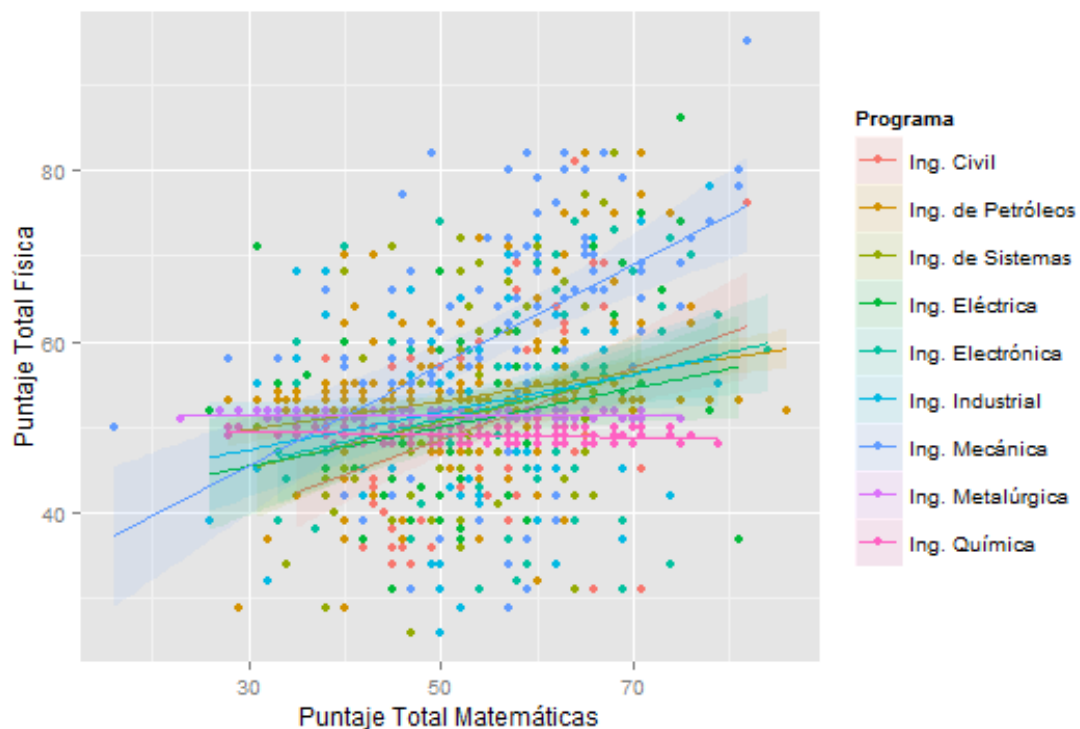
5.2 HIPÓTESIS DE DOMINIO DEL PROGRAMA SOBRE LAS COMPETENCIAS

Cuando hablamos de rendimiento académico y se trata de hacer una comparación y desagregar los diferentes programas de ingeniería que están bajo la dirección de la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas como de Ingenierías Físico Químicas de la UIS, es útil implementar la herramienta de estadística descriptiva que nos muestra los promedios en las competencias tanto del área de matemáticas como de física. Los siguientes son los resultados mostrados en todos los programas de ingeniería tanto en física como en matemáticas, como en competencias interdisciplinarias y puntajes totales (ver [Anexo 1](#)).

En la tabla podemos observar que de manera predominante las Escuelas de Ingeniería Electrónica y de Ingeniería Mecánica presentan los mejores desempeños en todas las competencias, excepto en la competencia C1F (Capacidad de abstracción, análisis y síntesis) en el área de Física, donde la escuela de Ingeniería Eléctrica se sobrepone a la escuela de Ingeniería Electrónica, quedando así con la escuela de Ingeniería Mecánica como las que muestran el mejor desempeño en esta competencia de esta área.

De manera ilustrativa en el Gráfico 1 también se observa la superioridad de la escuela de Ingeniería Mecánica.

Gráfico 1, líneas de tendencia superpuestas de todos los programas de Ingenierías de la UIS.



Para el estudio estadístico se asumieron los supuestos del modelo lineal general, estos fueron revisados y se comprobó que se cumplían. Al momento de evaluar la interacción entre los modelos y el efecto que esta lleva al elevar paulatinamente el nivel de estudio, encontramos que es estadísticamente significativo (X^2 en todos los casos es mayor a 3,84 y el P-value menor a 0,05). Por lo que se concluye que la evidencia estadística es suficiente como para afirmar que la facultad, el programa y las competencias interactúan generando una influencia sobre el desempeño académico de los estudiantes en las pruebas EXIM. Esta influencia se da en todos los casos y todos los programas de manera singular. Al comparar con la escuela de Ingeniería Civil, nos damos cuenta que éste programa tiene una mayor orientación al estudio de las Matemáticas, donde su desempeño en las competencias es relativamente similar; y un desempeño un poco más bajo en las competencias del área de Física pero sigue siendo similar y muy equilibrado en cada una de éstas.

En el [Anexo 2](#), se muestran los gráficos de interacción entre los resultados de las competencias de Matemáticas y Física de todos los programas de ingeniería de la UIS, por programa académico y por facultad.

6. DISCUSIÓN

Existen muchos factores que pueden influenciar el rendimiento académico de los estudiantes y más específicamente si se compara a partir de pruebas estandarizadas, como lo son las pruebas EXIM. Lo que se trata de definir mediante el estudio estadístico comparativo es: la influencia de las competencias sobre el programa académico y a su vez la influencia de la facultad determinada por el programa académico en el resultado que demuestra el estudiante en cada competencia respectiva de cada área.

Los resultados encontrados mediante la implementación de modelos lineales jerárquicos sugieren que en educación en ingeniería el conocimiento en matemáticas es predominante en la facultad de Ingenierías Físico Mecánicas y más exactamente en la Escuela de Ingeniería Electrónica que es la que muestra mejor desempeño en los componentes que son del área de Matemáticas. Por otro lado vale la pena destacar que la Escuela de Ingeniería Mecánica se destaca por sus buenos resultados en todos los componentes de las dos áreas, pero en Física marca una brecha grande diferencial frente a los demás programas académicos tanto de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas como de las Físico Químicas.

Dando una mirada a la Facultad de Ingenierías Físico Químicas, encontramos que el desempeño en sus tres programas académicos, Ingeniería de Petróleos, Ingeniería Metalúrgica e Ingeniería Química, es relativamente el mismo en todos los componentes en las dos áreas de estudio. De manera gráfica podemos fijarnos en el [Anexo 2](#) las líneas de tendencia de la Facultad de Ingenierías Físico Químicas y observamos que son muy similares y muestran un comportamiento casi sin crecimiento, pero hay una diferencia al final que presenta la Escuela de Ingeniería

de Petróleos debido a la gran cantidad de estudiantes de este programa y a unos valores atípicos (*outlier*) que hacen que la tendencia sea creciente.

Podemos decir que el aprendizaje en Matemáticas de los estudiantes de la Facultad de Ingenierías Físico Químicas de la UIS muestra un notable desarrollo de la habilidad de “Capacidad de abstracción, análisis y síntesis” C1M, y en el área de Física el mejor aprendizaje se muestra en la competencia “Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica” C2F. En cuanto a la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas podemos deducir que el aprendizaje en el área de Matemáticas tiene mayor desarrollo en la competencia de “Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica” C2M, y en Física hay un mejor desarrollo de la competencia “Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas” C3F.

Vale la pena recalcar que este estudio confirma resultados encontrados en contextos diferentes al de educación en ingeniería, pero relacionados con el desempeño académico de los estudiantes en los primeros semestres de ingeniería, donde se sugiere la existencia de una relación de dependencia entre el contenido o conocimiento y el nivel cognitivo o competencia desarrollado por los estudiantes ([Gierl, 1997](#)).

La investigación sobre eficacia escolar tiene como objetivo estimar la magnitud y las propiedades científicas de los efectos académicos, así como determinar los factores académicos asociados con ellos y cuantificar la aportación de cada uno al desempeño del estudiante. En la implementación de un software de análisis estadístico con los modelos lineales jerárquicos y la relación que se desprende de uno hacia otro, se expresa la correlación entre las variables dentro de un

determinado nivel y así mismo se pretende especificar cómo las variables de ese nivel influyen en las relaciones que se establecen en otros niveles predecesores.

7. CONCLUSIÓN

Luego de analizar los resultados de los modelos planteados y de analizar su correlación y comportamiento de las variables, se obtuvo evidencia suficiente para sugerir que la enseñanza de las ciencias básicas y en las áreas de Matemáticas y Física del ciclo básico de los programas de ingeniería de la UIS, se tienden a desarrollar de manera diferente dependiendo de las Facultades y del programa de ingeniería; es decir, tanto la Facultad, como el programa determinan el desarrollo de las competencias y el enfoque que se le da a una asignatura.

El caso de estudio como la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la UIS, encontramos que sus programas académicos están más enfocados hacia la Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica en el área de Matemáticas y en el área de Física hacia la Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. También observamos que hay una diferencia muy marcada en el desempeño destacado de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica, los cuales muestran los mejores resultados de las pruebas a través del tiempo y de las competencias.

En cuanto a la Facultad de Físico Químicas, no hay una diferencia muy marcada entre sus programas académicos, pues los tres programas tienen un comportamiento similar a través del tiempo y presentan ligeras diferencias que se deben más bien a la cantidad de los datos y la tendencia que generan algunos valores atípicos.

Comparando el desempeño académico de los estudiantes de Ingeniería Civil con respecto a los demás programas de la UIS, se encontró evidencia que la

competencia Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica en el área de Matemáticas y Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, en el área de Física, son las que presentan mejores resultados de desempeño, sin embargo, su desempeño es inferior comparado con el desempeño mostrado por los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

Para entender el por qué los estudiantes de Ingeniería Mecánica tienen mejor desempeño con respecto a los demás programas, se revisó el plan de estudios de cada programa y no se encontró evidencia de diferencia relevante, ya que en los semestres iniciales del ciclo básico los programas de ingeniería de la UIS presentan un plan de estudios muy similar. Las únicas diferencias se presentan en el plan de estudios de Ingenierías Eléctrica y Electrónica, donde se encuentra en el ciclo básico una asignatura suplementaria a la continuación del estudio de las Matemáticas, como lo es Álgebra Lineal II. Esta asignatura adicional puede influir en los estudiantes de Ingeniería Electrónica y podría explicar en parte los mejores resultados en la Capacidad de abstracción, análisis y síntesis del área de Matemáticas.

Por otro lado, hay indicios que parecen indicar que los diseños curriculares en los programas de ingeniería, en los primeros semestres dan las bases concretas del ciclo profesional y una orientación en la misma, es decir, se encontró que para los programas de la Facultad de Ingenierías Físico Químicas, se promueve la enseñanza de la asignatura de Química. Para el caso de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas se promueve en mayor medida la enseñanza de las matemáticas, desarrollando el pensamiento determinístico y la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

CITAS

- [1] Valencia G., A., Mejía V., L. F., Restrepo G., G., Parra M., C. M., Muñoz O., L. D. y Ochoa Á., J. (2007). Primer año en ingeniería: más allá del rendimiento académico. *Revista Educación en Ingeniería*, (2007) (4), 55.
- [2] Universidad Industrial de Santander UIS (2012) Balance Académico 2012 – Reporte Interno PDF.
- [3] Ruiz de Miguel, C. (2002) Factores familiares vinculados al bajo rendimiento. *Revista Complutense de Educación*. 12 (1) 81-113. Recuperado el 20 de septiembre del 2012 en: <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED0101120081A/16850>
- [4] Página web. Definicion.de 2008-2015 <http://definicion.de/rendimiento-academico/>
- [5] Decreto Núm. 1781 de 2003. Reglamentación de los Exámenes de Estado de Calidad de la educación Superior, ECAES, de los estudiantes de los programas académicos de pregrado.
- [6] Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) (2007). Examen de ciencias básicas EXIM: Matemáticas, Física, Química y Biología. Informe Año 2007 Bogotá Marzo 2008: ACOFI.

[7] Gierl, M. J. (1997). Comparing cognitive representations of test developers and students on a mathematics test with Bloom's taxonomy. *The Journal of Educational Research*, 91, 1, 26-32.

BIBLIOGRAFÍA

FERREYRA, María Gimena. Determinantes del Desempeño Universitario: Efectos Heterogéneos en un Modelo Censurado. Tesis de Maestría en Economía. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. [En línea] 2007. [citado: 20 abril 2015] Disponible en Internet: <http://www.depeco.econo.unlp.edu.ar/maestria/tesis/048-tesis-ferreyra.pdf>

FIELD Andy, MILES Jeremy and FIELD Zoë. Discovering Statistics Using R. London: SAGE Publications Ltd, 2012. 992 p.

MURILLO, F. Javier, et al. Investigación sobre eficacia escolar. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2007. 376 p.

MURILLO F.Javier. Los Modelos Jerárquicos Lineales aplicados a la Investigación sobre Eficacia Escolar. En: Revista de Investigación Educativa. 1999, Vol. 17 No. 2, p. 453-460.

NAVARRO, Rubén Edel. El Rendimiento Académico: Concepto, Investigación Y Desarrollo. REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. [En línea] 2003, Vol. 1, No. 2 [citado: 4 abril 2015] Disponible en Internet: <http://www.ice.deusto.es/RINACE/reice/vol1n2/Edel.pdf>

ROBINSON, Andrew. icebreakR. Department of Mathematics and Statistics
University of Melbourne, Parkville [online] February 17, 2013. [cited 2 March 2015]
Available from Internet: <http://www.ms.unimelb.edu.au/~andrewpr/r-users/icebreakR.pdf>

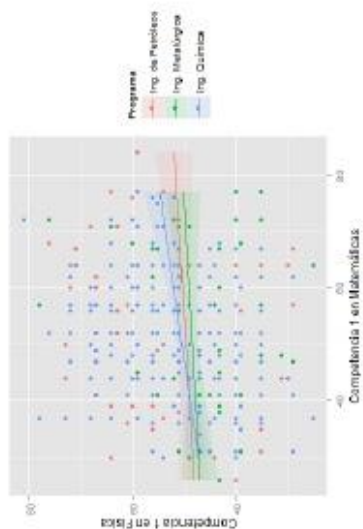
ANEXOS

[Anexo 1](#) Estadísticas básicas de las competencias evaluadas en Matemáticas y Física

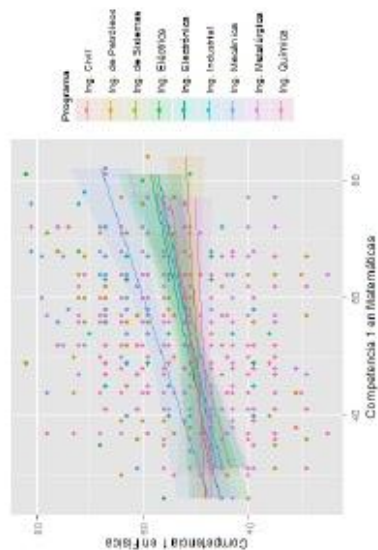
Competencia	Programa	Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max	SD	Var	
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (Matemáticas)	C1M	Ing. Civil	31	45	52	52,07	58	81	9,972385	99,44845
		Ing. Sistemas	30	45	52	52,19	59	71	8,69647	75,62859
		Ing. Eléctrica	26	45	52	52,36	60	81	10,77633	116,1292
		Ing. Electrónica	31	48	56	55,41	63	81	9,941127	98,82601
		Ing. Industrial	31	47	52	53,85	62	78	9,735425	94,77851
		Ing. Mecánica	26	47,5	54	54,65	61	82	10,2323	104,7001
		Ing. De Petróleos	26	44	52	51,6	57	84	10,31419	106,3826
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica (Matemáticas)		Ing. Metalúrgica	26	47	52	51,66	57	77	10,21379	104,3215
		Ing. Química	30	44	52	51,38	57	77	9,556835	91,33309
	C2M	Ing. Civil	28	46	51	52,46	59	80	9,293884	86,37629
		Ing. Sistemas	28	46	54	52,32	59	74	9,534472	90,90615
		Ing. Eléctrica	28	47,25	53,5	54,78	63	76	11,22341	125,9649
		Ing. Electrónica	28	48,25	59	56,28	63	84	11,84706	140,3528
		Ing. Industrial	32	46	53,5	52,64	59,25	77	9,642144	92,97094
Capacidad para identificar plantear y resolver problema (Matemáticas)		Ing. Mecánica	24	47,5	55	55,4	63	80	11,88614	141,2804
		Ing. De Petróleos	28	43	49	50,1	57	82	10,4182	108,5389
		Ing. Metalúrgica	28	42	49	49,64	56	75	9,999985	99,99969
		Ing. Química	28	43	51	51,21	59	78	10,05589	101,121
	C3M	Ing. Civil	30	46	52	51,9	58	74	9,146561	83,65958
		Ing. Sistemas	34	46	53	52,95	61	78	9,550053	91,2035
		Ing. Eléctrica	28	44,5	52,5	52,32	61	78	11,45459	131,2076
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (Física)		Ing. Electrónica	28	48	57	54,53	61	74	10,56643	111,6495
		Ing. Industrial	34	45,5	54	52,61	61	80	10,41393	108,4499
		Ing. Mecánica	25	46	53	53,78	61	76	10,98911	120,7605
		Ing. De Petróleos	28	44	49	50,98	58	80	10,6621	113,6804
		Ing. Metalúrgica	28	41,5	49	49,32	54	76	10,15724	103,1696
		Ing. Química	28	41	49	49,88	58	76	10,59337	112,2195
	C1F	Ing. Civil	31	43	51	49,55	56	74	8,934034	79,81696
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (Física)		Ing. Sistemas	29	43	49	51,12	59	82	11,22261	125,9471
		Ing. Eléctrica	35	45	51	51,78	56	82	9,764297	95,34149
		Ing. Electrónica	29	43	51	51,44	60	72	10,7425	115,4014
		Ing. Industrial	29	43	51	51,17	59	81	9,780396	95,65614
		Ing. Mecánica	29	51	60	57,96	67	81	11,22911	126,0929
		Ing. De Petróleos	29	43	49	49,81	56	76	10,18258	103,6849
		Ing. Metalúrgica	25	43	47	48,58	56	78	9,058351	82,05372
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica (Física)		Ing. Química	25	43	51	50,73	59	81	10,10317	102,0741
	C2F	Ing. Civil	26	42	48	49,17	56	78	10,82382	117,1552
		Ing. Sistemas	30	41,5	51	50,07	56	74	10,25676	105,2012
		Ing. Eléctrica	30	42	48	49,51	56	89	10,75554	1156817
		Ing. Electrónica	31	45	51	52,01	59	74	9,787408	95,79336
		Ing. Industrial	30	42	53	51,83	59	77	10,77684	116,1404
		Ing. Mecánica	30	51	61	59,35	67,5	83	11,82586	139,851
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (Física)		Ing. De Petróleos	28	44	51	51,22	57	79	9,698002	94,05124
		Ing. Metalúrgica	30	42	51	50	56	82	10,09007	101,8095
		Ing. Química	30	42	48	49,88	56,75	78	10,16821	103,3925
	C3F	Ing. Civil	29	41	47	50,57	58	79	11,25066	126,5773
		Ing. Sistemas	32	45	52	51,17	58	77	9,591078	91,98877
		Ing. Eléctrica	29	45	49	51,22	58	78	11,24191	126,3805
		Ing. Electrónica	30	46	55	53,17	60	72	9,918827	98,38312
Capacidad para identificar plantear y resolver problema (Física)		Ing. Industrial	30	45	53	52,16	58	72	10,09776	101,9648
		Ing. Mecánica	32	46,5	55	56,39	64,5	85	12,41785	154,203
		Ing. De Petróleos	29	45	51	49,72	58	78	9,744748	94,96011
		Ing. Metalúrgica	29	41	47	48,99	55	77	9,972443	99,44962
		Ing. Química	29	45	51	50,65	58	79	10,56552	111,6302

[Anexo 2](#) Gráficos de interacción entre los resultados de las competencias de Matemáticas y Física de todos los programas de ingeniería de la UIS, por programa académico y por facultad.

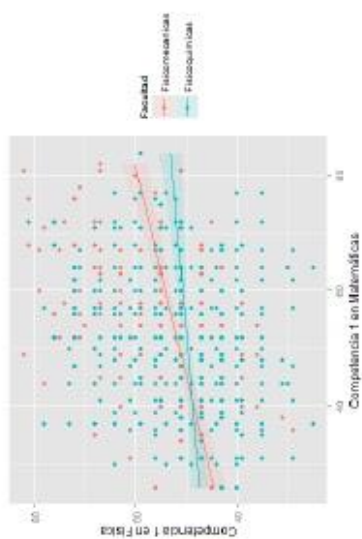
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUES-
TAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS



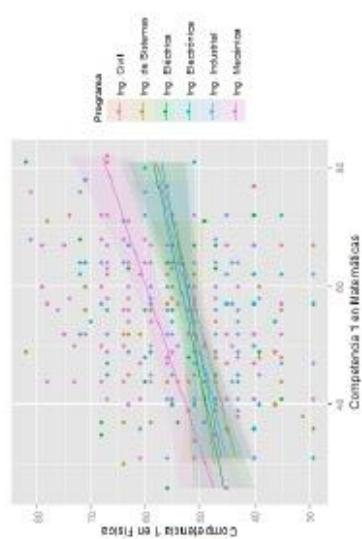
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUES-
TAS DE TODOS LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA
DE LA UIS



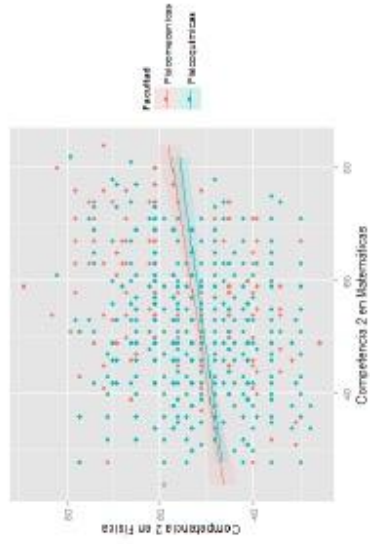
FACULTAD FÍSICO MECÁNICAS / FACULTAD FÍSICO QUÍMICAS



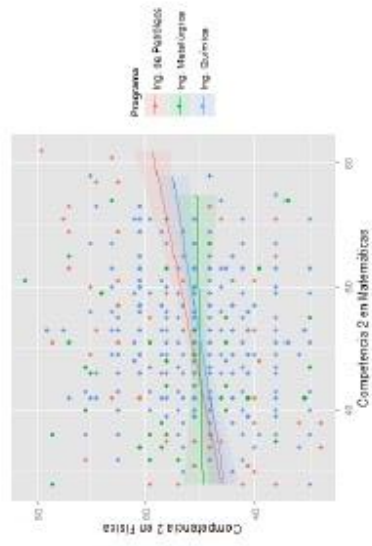
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUES-
TAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS



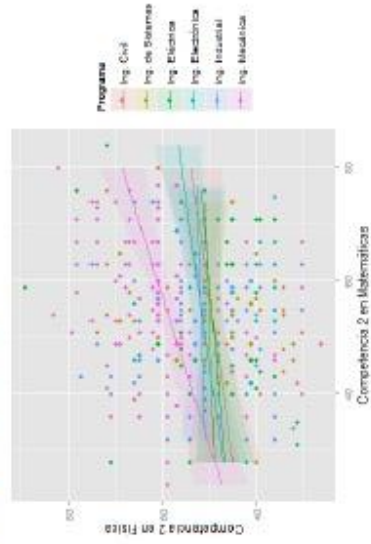
FACULTAD FÍSICO MECÁNICAS / FACULTAD FÍSICO QUÍMICAS



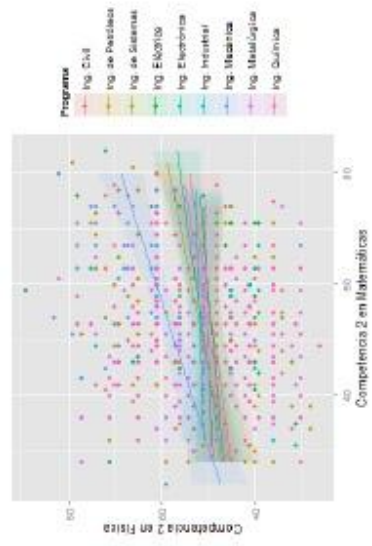
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS



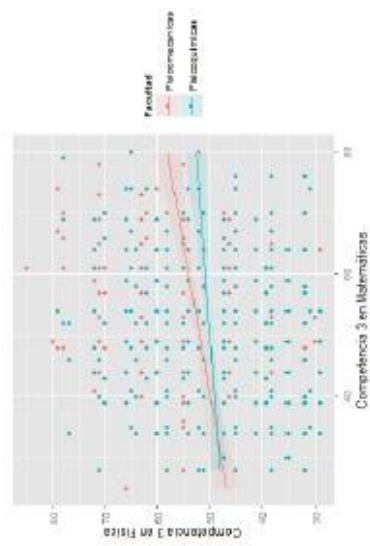
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS



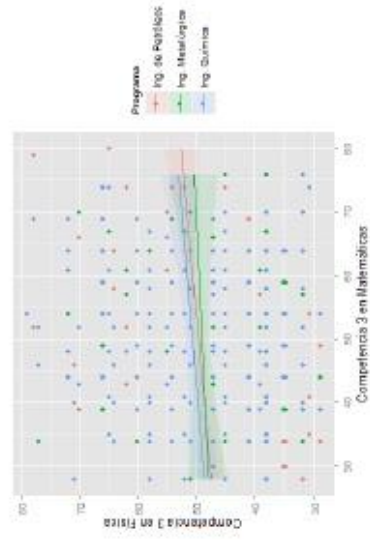
LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE TODOS LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE LA UIS



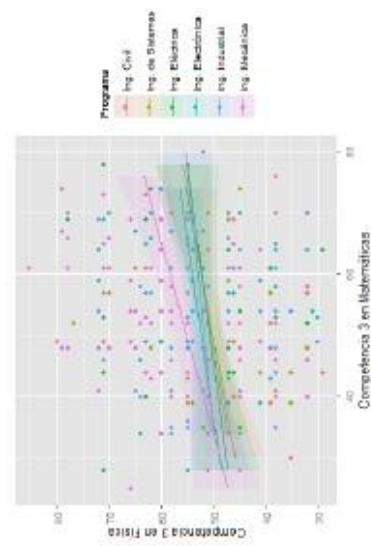
FACULTAD FÍSICO MECÁNICAS / FACULTAD FÍSICO QUÍMICAS



LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS



LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS



LÍNEAS DE TENDENCIA SUPERPUESITAS DE TODOS LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA DE LA UIS

