

**MODELO DE VALOR AGREGADO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y  
COMPUTACIÓN A PARTIR DE SABER PRO 2015 y 2016.**

Juan Carlos Barrero



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA UTP

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2018

**MODELO DE VALOR AGREGADO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y  
COMPUTACIÓN A PARTIR DE SABER PRO 2015 y 2016.**

JUAN CARLOS BARRERO CALIXTO

Trabajo de Grado para optar por el título de:

**Magíster en Investigación Operativa y Estadística**

Asesor:

Ph.D. JOSE ADALBERTO SOTO MEJIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA UTP

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PEREIRA

2018

## NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Maestría en Investigación Operativa y Estadística y por la Universidad Tecnológica de Pereira para optar al título de Magíster en Investigación de Operaciones y Estadística

---

Jurado

---

Jurado

---

José Adalberto Soto Mejía, Ph.D.  
Asesor

A Dios Uno y Trino, por todas sus bendiciones en el desarrollo de esta tesis.

## Resumen

Para medir la calidad de la educación, el valor agregado es un factor muy importante que permite determinar el aporte dado al estudiante por el programa y su Universidad. El caso de estudio en este trabajo es la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación, solo en el contexto de las instituciones universitarias descartando cualquier otro tipo de institución de educación superior que pudieran ofrecer programas similares, con el fin de poder definir más claramente los parámetros de comparación.

Para realizar la medición se utilizaron las bases de datos de las pruebas estatales Saber Pro 2015 y Saber Pro 2016 que se aplican a los estudiantes universitarios antes de graduarse, cruzadas con los resultados de la prueba de estado Saber 11 que se aplica a los estudiantes antes de salir de bachillerato. Una vez organizadas, depuradas y arregladas estas bases de datos se estimaron los parámetros de una ecuación lineal mixta, que fue generada a partir de un modelo lineal jerárquico de dos niveles. Con los pronósticos se calculó el intercepto aleatorio para cada institución del grupo de referencia (47 para el año 2015 y 63 para el año 2016) y los resultados se organizaron en una tabla de posiciones, que permite de forma jerárquica determinar los méritos de los esfuerzos internos de los programas del grupo de referencia.

**Palabras claves:** Valor agregado, efecto aula, clasificación de universidades, ranking de universidades, programa de ingeniería de sistemas y computación, programa de sistemas, ecuación lineal mixta, efectos fijos y efectos aleatorios, Saber Pro, Saber 11, competencia razonamiento cuantitativo, competencia lectura crítica, competencia inglés, competencias ciudadanas, calidad de la educación superior.

## Contenido

Resumen .....	v
1. Introducción.....	1
1.1 Contexto general y planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos .....	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivo específicos .....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Alcance y limitaciones.....	8
2. Modelos de valor agregado revisión Bibliográfica.....	9
3. Metodología.....	20
4. Modelo Teórico.....	21
4.1 Modelo de Efectos Fijos (MEF) .....	22
4.2 Modelo de efectos aleatorios (MEA) .....	23
4.3 Consideraciones sobre los modelos de efectos fijos y aleatorios.....	23
4.4 Modelo de Valor Agregado Lineal mixto de dos etapas .....	24
4.5 Selección de Modelos mediante criterios de información .....	29
4.6 Prueba de correlación de Spearman.....	30
5. Limpieza y preparación de las bases de datos.....	31
6. Caracterización estadística variables de Saber Pro y Saber 11.....	39
6.1 Ventana de tiempo entre Saber Pro Y Saber 11. ....	39
6.2 Análisis base de datos Saber 2015 y su correspondiente Saber 11.....	40
6.3 Análisis base de datos Saber 2016 y su correspondiente Saber 11.....	44
6.4 Análisis de variables de las Universidades 2015 .....	47
6.5 Análisis de variables de las Universidades 2016.....	49
6.6 Variables referentes a los estudiantes en Saber Pro 2015 .....	52
6.7 Variables referentes a los estudiantes en Saber Pro 2016 .....	55
6.8 Escogencia de las variables para el modelo de Valor agregado 2016 .....	58
7. Ajuste de modelos de valor agregado .....	60
8. Resultados.....	74
Resultados modelos de valor agregado 2016.....	77
Resultados modelos de valor agregado 2015.....	88

9. Conclusiones .....	97
10. Trabajos futuros .....	98
11. Bibliografía .....	99
ANEXO A.....	103
ANEXO B.....	111

## **1. Introducción**

El valor agregado o efecto aula es una forma de medir el aporte al estudiante durante el tiempo de duración de sus estudios por parte del programa académico que escogió dentro del marco de una institución universitaria. Esta medida es muy importante como insumo y evidencia, a la hora de valorar la calidad de la educación superior ofrecida ya que permite determinar los esfuerzos no observables, que son realizados al interior de cada institución, de cada programa y en el salón clase.

Dentro del andamiaje de las universidades en Colombia, hay elementos que las diferencian, tales como: fuentes de ingreso, valor de la matrícula, proyectos educativos institucionales para cada institución, programas de apoyo académico, políticas académicas y administrativas, planes de trabajo de los profesores, entre otros. Además, entre los programas de la misma área también hay diferencias, en: contenidos curriculares, líneas de profundización, metodologías, perfiles de egreso, proyectos de grado, entre otros. Todas estas y otras diferencias mencionadas afectan el desarrollo del trabajo de aula.

En este estudio se considera el caso particular de los programas de Ingeniería de Sistemas y Computación y carreras afines. Por lo que teniendo en cuenta todos estos diferentes elementos que conforman el andamiaje de las universidades, surge el siguiente cuestionamiento: ¿Mediante qué modelo se puede medir el valor agregado aportado por las universidades al desarrollo de las competencias genéricas de sus estudiantes de ingeniería de sistemas y computación y carreras afines durante sus estudios de pregrado?

Para resolver este problema se va a determinar el modelo de mejor ajuste para la medición del valor agregado, a partir de los resultados de los exámenes estandarizados de la prueba Saber Pro 2015 y Saber Pro 2016, cruzados con los resultados de la prueba Saber 11, con el fin de clasificar el efecto de aula de los programas colombianos de ingeniería de sistemas y carreras afines.



## 1.1 Contexto general y planteamiento del problema

Las Universidades son Instituciones de Educación Superior (IES), que cuentan con el reconocimiento del Ministerio de Educación para prestar el servicio público de la educación en el territorio Nacional. Según el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, se cuenta con 31 de carácter oficial, 51 de carácter privado y una de régimen especial (SNIES, 2018); todas ellas regidas por el mismo marco legal y vigiladas por el Ministerio de Educación Nacional.

Entre las Universidades públicas y privadas hay diferencias muy marcadas, las primeras dependen directamente de fondos públicos en sus distintas instancias, nacional, departamental o distrital, mientras que las privadas son empresas prestadoras del servicio de educación, las cuales deben moverse completamente dentro del mercado académico en los lugares donde están ubicadas, y producir ingresos tanto para su sostenimiento, cómo para responder a las expectativas de sus dueños.

El ministerio de Educación a través del registro calificado que se encuentra establecido en la Ley 1188 del 25 abril 2008 (MEN, 2018) y el Decreto 1295 del 20 de abril de 2010 (MEN, 2018), y decreto 1075 de 26 de mayo de 2015 garantiza que se verifiquen y aseguren las condiciones de calidad de los programas académicos de educación superior en todo lo referente a características académicas, recursos locativos, humanos y a la pertinencia del programa que ofrecen cada Universidad. Esto a su vez permite una amplia diversidad de programas que tienen como destino las mismas áreas profesionales, aunque cada uno con sus respectivos currículos, materias, número de créditos, perfiles de egreso y líneas de profundización, que se ajustan al registro calificado.

Los estudiantes al elegir las universidades para su formación, prefieren las de carácter público, puesto que además de ofrecer buenas expectativas laborales, cuentan con costos reducidos o simbólicos, por lo que ellas tienen la potestad de seleccionar los aspirantes con mejor nivel académico, evidenciado en los exámenes estandarizados Saber 11. Por su parte la selección por parte de los estudiantes en el sector privado depende tanto de las expectativas laborales, cómo de la capacidad de pago; a su vez la universidad privada selecciona sus aspirantes por los puntajes Saber 11 y otras variables cómo la entrevista y la capacidad real de pago.

Las matrículas que pagan los estudiantes son los ingresos de la universidad privadas, no hay un valor estándar para éstas, sino que depende directamente de la oferta y la demanda del mercado académico, el costo se encuentra en un amplio rango de precio que va desde un millón de pesos (Cívico, 2018), hasta los veintitrés millones de pesos para la carrera de medicina en la universidad de los Andes (El pilón, 2018); situaciones financieras que se tornan en factores decisivos para la calidad de la educación, y que lleva algunas instituciones a relajar los requisitos en Saber 11 de los aspirantes, buscando completar un mínimo de estudiantes, que garantice el sostenimiento económico de su respectiva institución.

En el caso de las universidades privadas y algunas públicas para garantizar un mínimo de estudiantes ofrecen sus programas en diferentes jornadas: diurna, nocturna, semi-presencial (MEN,2018), y diferentes metodologías: presencial, a distancia tradicional y a distancia virtual (Rodríguez, Viviana, Lorduy, & Dau, 2014). Frente a este abanico de opciones que presentan las universidades encontramos un buen grupo de estudiantes que reciben apoyo económico de sus familias y que en líneas generales salen del colegio e ingresan inmediatamente a la Universidad. Otro grupo son estudiantes que cursan su programa académico mientras trabajan, normalmente es una población que responde directamente por sus gastos y por sus familias. Muchos de ellos han dejado pasar varios años desde la salida del colegio y el ingreso a la Universidad.

Otro aspecto digno de mencionar corresponde a las relaciones contractuales, de profesores con sus instituciones. En universidades públicas se cuenta con docentes de planta a término indefinido que tiene alta estabilidad laboral y profesores de cátedra a cortos periodos de tiempo. Por el contrario, las universidades del sector privado cuentan con un menor número de docentes de planta a término indefinido, prevaleciendo los docentes contratados a tiempo completo o medio tiempo con una duración contractual de 11 a 12 meses en donde la institución al finalizar el contrato decide si los vuelve o no a llamar para el año siguiente; la nómina viene completada con profesores de cátedra que son contratados por un periodo de 4 o 5 meses (El espectador,2018) y por un número de horas determinado. Estas situaciones de poca estabilidad laboral los tornan vulnerables.

En relación con los salarios de los profesores en nuestro país por 40 horas semanales se encuentran un amplio rango de remuneraciones, que dependen de muchas variables cómo: el tipo de universidad, si es pública o privada, el escalafón docente y las políticas internas de contratación,

pero que en términos generales van desde más o menos dos millones de pesos (El espectador, 2018) hasta más de más de veinticinco millones mensuales que puede alcanzar un profesor de la Universidad Nacional de Colombia (Semana, 2018). Al mismo tiempo, tanto las entidades públicas como privadas completan sus necesidades laborales con profesores de cátedra, a los cuales se les paga por hora dictada, entre 25.000 y 190.000 pesos (Semana, 2018), que varía según el perfil y situación de cada docente e institución. Las variaciones en los salarios tienen como consecuencia una gran diversidad de perfiles entre los docentes que imparten clases en las diferentes universidades y programas de estudio.

Indagando con docentes y administrativos de universidades de Bogotá durante los últimos tres años, se ha observado que frente a los planes de trabajo de los profesores para el ejercicio de sus funciones, se presentan una gran diferencia en la asignación de las tareas académicas y administrativas. En el caso de algunas instituciones la asignación académica es de solo 2 cursos en el semestre (8 horas semanales), en otras se puede llegar a asignar hasta 6 cursos por semestre (24 horas semanales), y las horas llamadas complementarias son asignadas también por políticas internas, algunas universidades en especial las públicas dejan al profesor dedicado a la investigación, pero en otras hay asignaciones como: coordinaciones académicas, coordinaciones administrativas, tutorías, cursos o proyectos de extensión, procesos de acreditación, entre otras.

El Ministerio de Educación Nacional en el decreto 1295 de 2010, define los criterios para otorgar el registro calificado, que permite el funcionamiento de un programa académico (MEN, 2018). Dentro del decreto los lineamientos son muy amplios, por lo que se permite diferentes contenidos curriculares para las mismas denominaciones de programas y títulos profesionales otorgados por las universidades. Como consecuencia se encuentran particularidades en las mallas curriculares, los perfiles de egreso y las líneas de profundización profesional ofertadas a los estudiantes.

En el mismo sentido, el decreto pide que existan una serie mínima de programas y elementos dentro de la carrera, pero no aclara cómo deben ser estructurados, por lo que cada universidad los propone de una manera particular. Dentro de ellos se pueden mencionar: la investigación formativa, las interacciones con el medio, el programa de bienestar universitario, el programa de seguimiento a egresados, el programas de apoyo académico a los estudiantes, el programa de permanencia universitaria, entre otros. Y por último el decreto permite programas

donde sus estudiantes se vuelven ingenieros en un único ciclo y otros que lo pueden hacer a través de ciclos propedéuticos: técnico, tecnólogo y luego profesional.

El gobierno nacional considerando las diferencias a nivel de formación superior ofertado por las instituciones, a través del instituto colombiano para la evaluación de la educación (ICFES), creó los Exámenes de Calidad de la Educación Superior (ECAES), que fueron reglamentados por el decreto 1781 de 2003 (Vélez, 2003). En el año 2009 se reestructuró el ICFES y se cambió el nombre a prueba SABER PRO y se reglamentaron por el decreto 3963 del mismo año (MEN, 2018). Este examen estandarizado tiene tres objetivos: medir el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes, dar un puntaje estandarizado que permita la comparación entre programas e instituciones y proporcionar información para construir indicadores de evaluación.

Desde el inicio de las pruebas se usaron los puntajes para crear listas de clasificación de las instituciones colombianas, pero cómo siempre se observaba que las mejores universidades públicas y privadas quedaban en los primeros puestos de Saber Pro, se hicieron cuestionamientos por parte de la opinión pública sobre la misma utilidad de las pruebas (El Espectador, 2012), en especial ya que estas instituciones siempre toman los mejores alumnos de Saber 11, por lo que se podía pronosticar que ellas siempre iban a obtener los mejores puntajes de Saber Pro. Como consecuencia, surgieron preguntas sobre cuál es el aporte real de las instituciones al estudiante, por lo que el ICFES empezó hablar de Valor agregado, con la finalidad de determinar el verdadero aporte de aula que da cada institución a sus estudiantes.

Dentro de todo lo mencionado en este contexto, se pueden resumir las siguientes características que varían de universidad a universidades y que pueden afectar el proceso del estudiante en su paso por el programa universitario:

- El origen del presupuesto de funcionamiento de las universidades públicas y privadas.
- Las matrículas de las instituciones públicas es muy económico o simbólico, el monto en entidades privadas está entre 1 millón y 23 millones de pesos.
- Distintos niveles de ingreso de los estudiantes, que corresponde a diferentes puntajes de Saber 11.
- Diferentes Jornadas: única, diurna o nocturna, fines de semana.

- Diferentes modalidades: presencial, semi-presencial, distancia tradicional y distancia virtual.
- Estudiantes con dedicación exclusiva al estudio, y estudiantes que trabajan y estudian.
- Diferentes niveles de formación de docentes: solo grado, especializaciones, maestrías y doctorado.
- Distintas configuraciones de planes de trabajo.
- Modalidades y formas de apoyo académico diferentes: tutorías, atención a estudiantes, orientaciones entre otros.
- Mallas curriculares diferentes para las mismas denominaciones de programas, en la composición de áreas de estudio y materias, distintos perfiles de egreso y diferentes líneas de profundización.
- Estudio en un ciclo y estudios por ciclos propedéuticos: técnico, tecnólogo y luego profesional.
- Otras variables no observables: programas de bienestar universitario, programas de permanencia, intercambios estudiantiles, infraestructura, entre otros.

Teniendo en cuenta todos estos diferentes elementos que conforman el andamiaje de las universidades, surge el siguiente cuestionamiento: ¿Mediante qué modelo se puede medir el valor agregado aportado por las universidades al desarrollo de las competencias genéricas de sus estudiantes de ingeniería de sistemas y computación y carreras afines durante sus estudios de pregrado?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar el modelo de mejor ajuste para medir el valor agregado, aportado por las universidades a sus estudiantes del programas de ingeniería de sistemas y computación y carreras afines, a partir de los resultados de los exámenes estandarizados Saber Pro 2015

y Saber Pro 2016, cruzados con Saber 11, de manera que se pueda clasificar el efecto de aula entre ellas.

### **1.2.2 Objetivo específicos**

- Definir un mínimo de requisitos, que garantice la comparabilidad para los programas de ingeniería de sistemas y carreras afines y conformar el grupo de referencia, a partir del análisis de la base de datos Saber Pro 2015 y Saber Pro 2016.
- Realizar la caracterización estadística de las bases de datos para el grupo de referencia, acompañado de un análisis comparativo de las estructuras de los exámenes estatales Saber Pro cruzadas con Saber 11, para elegir las variables más adecuadas para ajustar los modelos.
- Analizar comparativamente los modelos lineales jerárquicos propuestos, para las variables escogidas de cada una de las componentes genéricas estudiadas, con el fin de escoger el que presente el mejor ajuste estadístico.
- Clasificar el valor agregado aportado por cada uno de los programas considerados en el grupo de referencia de ingeniería de sistemas y carreras afines, medido por los efectos aleatorios, para cada una de las competencias genéricas estudiadas para los años 2015 y 2016.

### **1.3 Justificación**

En el pasado se han realizado estudios sobre el valor agregado de algunas competencias genéricas medidas con los exámenes estandarizados Saber Pro y Saber 11, pero se pueden decir que han sido muy generales, ya que consideraron simultáneamente todos los programas de una misma universidad. Pero por la naturaleza propia de cada programa, el desarrollo de las competencias transversales, alcanzará niveles diferentes para cada uno de ellos, aunque el contexto y el andamiaje de la institución sea el mismo.

Por esa razón, este estudio aporta al conocimiento, al construir un modelo de valor agregado específico, para el grupo de referencia construido para una sola carrera profesional y cursada al interior de universidades, se excluyen otras instituciones de educación superior para asegurar contextos similares, con lo que se garantiza la comparabilidad entre los sujetos estudiados.

Este estudio está dirigido a medir el efecto aula, generado al interior de las instituciones, con elementos que no son observables directamente, a nivel general de la universidad, al interior del programa y que afectan el desarrollo del trabajo en el salón de clase, ya que este es mediado por los lineamientos particulares dados por ellos.

La importancia de este estudio al medir el valor agregado y clasificar los programas del grupo de referencia, es producir un insumo sobre las competencias genéricas, que pueda ser usado por los directivos de las universidades para determinar: el estado actual de su programa, identificar fortalezas y debilidades con respecto al grupo de referencia, evaluar los componentes curriculares, tener evidencias en procesos de acreditación sobre los avances logrados, entre otros. Con lo cual se puede evaluar los procesos y generar planes de mejoramiento que ayuden a mejorar la calidad de la educación impartida y que pueda ser usado como evidencias en procesos de acreditación.

#### **1.4 Alcance y limitaciones**

El estudio inicia con la obtención de las bases de datos de Saber Pro 2015 y 2016, que contengan los correspondientes resultados obtenidos por el mismo estudiante en Saber 11. Se trabajará con las bases de datos más recientes que son Saber Pro 2015 y 2016, **no se trabajará la base de datos de 2017, debido a que el ICFES no entregará esa base de datos cruzada con Saber 11**, en el FTP de investigadores hasta mediados de Junio de 2018. Solo se trabajará con las variables entregadas por el ICFES en la base de datos, no se agregará información de los programas de ingeniería de sistemas de otras fuentes.

Los modelos serán escogidos por ajuste estadístico, el estudio termina con la generación de la tabla de clasificación de valor agregado para los años 2015 y 2016. Al resolver este problema estaremos ofreciendo un insumo para establecer mejores políticas que respondan al mejoramiento

de la calidad de los programas de ingeniería de sistemas y carreras afines, tema que queda para futuros estudios que no se abordarán en el presente trabajo.

## **2. Modelos de valor agregado revisión Bibliográfica**

Al realizar una búsqueda bibliográfica de valor agregado, la mayor parte de resultados eran trabajos a nivel de educación en colegios, a nivel de educación universitaria se encontraron algunos trabajos, entre los que se mencionan los siguientes:

### **2.1 “Bogoya, J., & Bogoya, J. (2013). Un modelo matemático para el valor académico agregado: Caso de la educación superior en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 33(2), 76–81”**

En este artículo publicado en 2013, para medir el cambio cognitivo de un estudiante al completar un ciclo educativo, es necesario considerar el conocimiento al iniciar y al finalizar el ciclo. Se plantea que el conocimiento es el resultado de las capacidades intelectuales del alumno, de los compañeros de clase, de los profesores, de la familia y de la institución. Los exámenes estandarizados en Colombia permiten, evaluar una gran variedad de prácticas al interior del aula, donde se ha buscado reducir las clases presenciales y aumentar el aprendizaje autónomo soportado por tutores o supervisores académicos, y optimizar los planes de estudio (Bogoya & Bogoya, 2013).

En este artículo se plantea un modelo matemático para observar el valor agregado académico en la educación superior en Colombia. Las variables de entrada son: contexto, resultados de saber 11, estrato socioeconómico, La salida fue calculada con respecto a la diferencia entre los puntajes de SABER PRO y el valor de la función de tendencia nacional de todas las universidades y se calcularon las distancias de cada Universidad donde se calculó la función de producción educativa en el periodo  $t$  y en el periodo  $t-1$ . Y se construyó un modelo de efectos fijos y efectos aleatorios. Y luego se calculó la distancia usando norma euclidiana, entre todas las universidades y se presentan en el artículo la siguiente imagen:



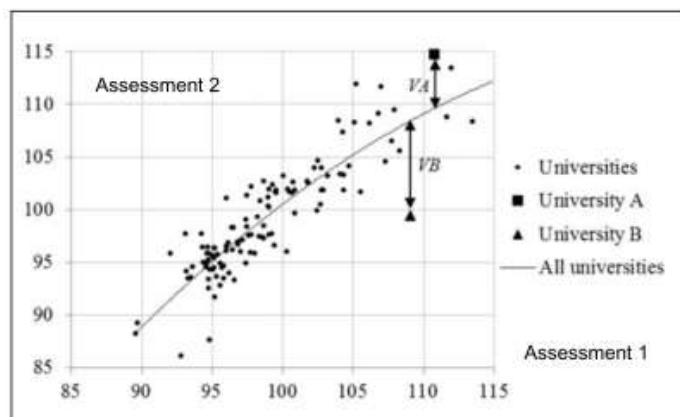


Figure 1. The academic value added effectiveness for university A and B, denoted by  $VA$  and  $VB$ , respectively, within a set of results for 116 institutions regarding assessment on two different occasions

**2.2 “Koedel, C., Mihaly, K., & Rockoff, J. E. (2015). Value-added modeling: A review. *Economics of Education Review*, 47, 180–195” .**

Este artículo publicado en el año 2015, hace una revisión bibliográfica con enfoque económico sobre modelos de valor agregado (llamado VAM por su siglas en inglés) con los que se miden la contribución de diferentes factores de entrada a un proceso de formación, en los resultados educativos de salida, en especial donde se desea evaluar la contribución de los profesores al capital humano de sus estudiantes, siendo esta medición la que ha generado más controversias. (Koedel, Mihaly & Rockoff, 2015). Se plantean las áreas donde los investigadores tienen consensos y donde tienen desacuerdos, y se presentan los hechos que son ampliamente aceptados.

La atención sobre los profesores es motivado por los constantes resultados de las investigaciones, donde se encontró que el papel de los profesores varía drásticamente la eficacia sobre las medidas de valor agregado (Hanushek & Rivkin, 2010). Plantean que los profesores que dan un alto valor agregado, influyen en los estudiantes no solo en el corto plazo del éxito académico, sino que afectan positivamente la vida posterior de los estudiantes, incluido sus futuros salarios (Hetty, Friedman & Rockoff, 2014).

La controversia que se tiene al valor agregado de los profesores proviene principalmente del uso que se le ha dado en política pública y cómo factor en las evaluaciones de los docentes. Además, muchos críticos plantean algunas preocupaciones, que las estimaciones de valor agregado

pueden estar sesgadas (Baker, 2010), las estimaciones parecen demasiado inestables para ser usadas para tomar decisiones sobre los docentes (Baker, Newton, 2010).

Se han utilizado diferentes modelos para estimar el valor agregado, el rendimiento del estudiante depende de la contribución de muchos factores, los investigadores han buscado herramientas para separar las contribuciones individuales de los docentes. En la práctica la mayoría de estudios han especificado modelos lineales de valor agregado de manera ad hoc, estos modelos bajo ciertas condiciones pueden derivarse de la función acumulativa de logros (Todd & Wolpin, 2003):

$$A_{it} = A_i[X(t), F(t), S(t), \alpha_{i0}, \varepsilon_{it}] \quad (1)$$

La ecuación (1) describe el nivel del logro del estudiante  $i$  en el tiempo  $t$  ( $A_{it}$ ) cómo producto de un conjunto acumulado de entradas donde  $X(t)$ ,  $F(t)$  y  $S(t)$  representan la historia individual, familiar y escolar del estudiante  $i$  durante el año  $t$ ,  $\alpha_{i0}$  la habilidad inicial con que llega el estudiante y  $\varepsilon_{it}$  el error. Se especifica cómo primer modelo en la literatura un linear VAM:

$$Y_{isjt} = \beta_0 + Y_{isjt-1}\beta_1 + X_{isjt}\beta_2 + S_{isjt}\beta_3 + T_{isjt}\theta + \varepsilon_{isjt} \quad (2)$$

En la ecuación (2),  $Y_{isjt}$  es el puntaje obtenido en la prueba del estudiante  $i$  del instituto  $s$ , con el profesor  $j$  en el tiempo  $t$ ,  $Y_{isjt-1}$  es el puntaje obtenido en la prueba del estudiante  $i$  del instituto  $s$ , con el profesor  $j$  en el tiempo  $t-1$ ,  $X_{isjt}$  es el vector de características del alumno,  $S_{isjt-1}$  vector de las característica del colegio o del salón de clase,  $T_{isjt}$  vector de característica de los profesores y  $\varepsilon_{isjt}$  es el error. El error según Aaronson, Barrow y Sander (2007) se puede descomponer en  $\varepsilon_{isjt} = \lambda_i + \pi_s + e_{isjt}$  donde  $\lambda_i$  se refiere a la variación de la habilidad individual y  $\pi_s$  la calidad del colegio. Se especifica cómo segundo modelo en la literatura un VAM de dos pasos:

$$Y_{isjt} = \alpha_0 + Y_{isjt-1}\alpha_1 + X_{isjt}\alpha_2 + S_{isjt}\alpha_3 + \eta_{isjt} \quad (3)$$

$$\eta_{isjt} = T_{isjt}\gamma + e_{isjt} \quad (4)$$

Donde se usa una estructura jerárquica de modelos lineales, la ecuación (4) contiene la estimación del profesor. El modelo de dos etapas requiere menos demanda computacional, permite estudiar mejor la estructura del modelo y asociar mejor las variables a las características del modelo.

En el artículo se plantea que la diferencia entre las dos opciones: que los modelos de valor agregado de un paso tienen el potencial de corregir según el contexto, porque los parámetros asociados con las variables de control pueden atenuarse, mientras el VAM de dos pasos tiene el potencial de sobre corregir, por el contexto, al atribuir correlaciones entre los parámetros estudiados y las variables de control. Como segundo factor de comparación el investigador (Forthcoming, 2014) argumenta que el modelo de dos pasos es mejor para tomar políticas públicas en los sistemas de evaluación docente y en el establecimiento de una estructura de incentivos.

También en el artículo se revisa literatura sobre el problema de los sesgos, y de cómo puede conducir a exagerar la calidad de los docentes para estimar las variaciones sobre los resultados de los estudiantes. El sesgo también puede conducir a errores en los análisis complementarios que apuntan a identificar los factores que contribuyen y se alinean con la enseñanza efectiva que miden los modelos de valor agregado. Otro de los puntos delicados de los VAM es el problema de la estabilidad, incluso sin un grado significativo de persistencia en el tiempo, las estimaciones ofrecen poco valor.

**2.3 “Blanco-Blanco, Á., López Martín, E., & de Miguel, C. R. (2014). Aportaciones de los modelos jerárquico-lineales multivariados a la investigación educativa sobre el rendimiento. Un ejemplo con datos del alumnado español en PISA 2009. *Revista de Educación*, (365), 122–149”.**

En Este artículo publicado en el año 2014, se plantea el uso de los modelos Jerárquicos lineales (HLM por sus siglas en inglés) los cuales se han usado ampliamente en investigaciones sobre el rendimiento académico especialmente en exámenes estandarizados aplicados a gran escala (Blanco, López & Ruiz, 2014), cómo es el caso particular del Programa para la evaluación internacional de los alumnos (PISA por sus siglas en inglés). La revisión de antecedentes bibliográficos revela que en los trabajos previos sólo se ha incluido una variable dependiente, por lo que proponen hacer un modelo explicativo integrado, por lo que los autores propusieron hacer un modelo multivariado jerárquico con los datos de los estudiantes españoles en PISA -2009.

Específicamente un modelo trivariado, para analizar de forma simultánea el efecto de un conjunto de predictores sobre la competencia matemática, la comprensión lectora y la competencia

en ciencias, que hasta ahora solo habían sido estudiadas de forma independiente cada una de ellas. Se toman como variables predictoras las típicas usadas por las investigaciones multinivel: sexo, estatus migrante, repetición, estatus económico y cultural del alumno y de la escuela. Se plantea un proceso de tres niveles y se analiza la varianza explicada y se obtienen las correlaciones entre las variables dependientes desde una perspectiva multinivel.

Los modelos HLM permiten diferenciar en la varianza que se produce entre los distintos niveles de agregación, permitiendo tratar simultáneamente la influencia del contexto y de las diferencias individuales (Blanco, López & Ruiz, 2014). La especificación del modelo es diferente que el univariado, se procede a la estimación de tres puntuaciones de las variables de respuesta, y se estima un sistema de ecuaciones para cada nivel de jerarquía, las correlaciones entre las variables y con cada uno de los factores considerados. Se debe plantear una ecuación más en la que no hay variación y que indica que es un modelo multivariado. Con este modelo los autores encuentran que la parte aleatoria, tiene varianzas estadísticamente significativas en los diferentes modelos utilizados.

#### **2.4 “Muñoz, I. (2016). Modelo de Valor Agregado: una implementación para el caso de la educación superior en Colombia”**

Esta tesis para optar al título de maestría en Ciencias económicas en la Universidad Nacional de Colombia, sustentada en 2016, tenía como objetivo determinar cuáles universidades en Colombia son más efectivas respecto a los avances cognitivos medidos a través de las pruebas estandarizadas del ICFES Saber Pro y Saber 11, con lo que se puede evaluar al mismo estudiante al entrar a la universidad y al momento que va terminando. Se plantean un modelo lineal jerárquico, por la naturaleza anidada de la estructura educativa, y a partir de este calcular los valores agregados.

En este trabajo se estudian las metodologías para asignar escalafones de las universidades, ya que estos se han utilizado como insumo de la calidad de las IES, se revisa Gourman (1967), Carter (1966), Astin (1965) y Cass & Birnbaum (1964), O'Reilly & O'Reilly (1987), entre otros. La mayoría de ellos fueron por encuestas o preguntas subjetivas, por lo que han recibido numerosas críticas a lo largo del tiempo, por lo que hoy en día se construyen indicadores donde se considera,

formación de los profesores, investigación en volumen y en impacto, entre otros, pero al final son índices que recogen varios insumos y que en la mayoría de casos son compuestos y no se sabe si los pesos son los correctos. “De esta manera, es difícil saber a ciencia cierta si la asignación de los pesos relativos a cada uno de los ítems evaluados es acertada” (Conrad & Blackburn, 1985). El Ministerio de educación de Colombia construyó una clasificación para las universidades basado en el modelo de indicadores de desempeño de la educación superior (MIDE), que se basa en 6 dimensiones y 18 variables asociadas a la calidad educativa (MEN,2018).

Los VAM se enfocan en las entradas y en las salidas, medidos cómo resultados de la educación, pero no en los procesos internos ni en sus insumos. Por los que los modelos de valor agregado son una buena alternativa para revisar la calidad ofrecida por los programas de cada universidad. “A través de estos modelos es posible capturar la influencia causal de las instituciones en los estudiantes” (Cunha & Miller, 2012). Además, ellos plantean que VAM da lugar a “comparaciones justas” porque se parte del desempeño del estudiante en un periodo de tiempo, y se controla al estudiante en el periodo anterior.

En la literatura se han desarrollado los VAM para la educación básica y media y se pueden agrupar en: Modelos de regresión lineal por MCO, Modelos con efectos fijos y aleatorios, modelos de curva de crecimiento y modelo de efectos aleatorios multivariados (Kim & Lalancette, 2013). Para la educación superior se agrupa principalmente en tres grupos: modelos de diferencias residuales por MCO, modelos lineales jerárquicos de diferencia en residuales y modelos de análisis residual basados en modelos lineales jerárquicos.

Para el estudio usaron los datos tomados del ICFES valor\_agregado 2011 y 2012 que contiene los períodos de 2011-2, 2012-1, 2012-2 y saber 11 para esos mismo estudiantes, para evitar problemas en la comparación entre las pruebas por los cambios realizados en Saber 11 y Saber Pro, se consideró solo estudiantes que hubieran presentado saber 11 en el periodo de 2006-1 a 2008-2. También los autores consideran que hay un problema por la alta tasa de deserción universitaria en Colombia que no se ve reflejada en este modelo. También se resalta que la OCDE 2012, cuestionó que la prueba Saber Pro mide bien a nivel universitario, pero que no lo hace igual a nivel de técnico laboral o tecnólogo (Muñoz, 2016). Las comparaciones que ellos realizaron

fueron entre los grupos de referencia establecidos por el ICFES, además eliminaron las instituciones dentro de los grupos de referencia que tenían menos de 10 estudiantes.

La base de datos del ICFES tiene los resultados de SABER 11, SABER PRO y de la encuesta sociodemográfica, escogen las variables: estrato, género, nivel de estudio de la madre y del padre, tasa de deserción de la universidad, calendario académico y valor de la matrícula, el nivel socioeconómico y cultural de los estudiantes (medio a través de la variable INSE). Por las observaciones anidadas sobre el mismo estudiante, se deben usar modelos que tienen en cuenta la estructura jerárquica de los datos, no usan MCO porque hay interdependencia entre las observaciones y se violaría el supuesto de errores independientes.

Plantearon 3 modelos en ellos fueron agregando variables y analizaron las varianzas, por lo que van agregando covariables y índice de correlación intra clase, por lo que si son pertinentes. Generaron un ranking para cada competencia y lo compararon con el ranking entregado por el ICFES, encontrando marcadas diferencias. Los estudiantes pueden subir su nivel, pero para un estudiante que inicia con nivel alto en saber 11 es complejo escalar en Saber PRO y mostrar un valor agregado.

## **2.5 “Rodríguez Revilla, R. (2015). Medición del valor agregado para la educación superior en Bogotá. Tesis de Magíster, 49”**

Esta tesis para optar al título de maestría en económica en la Universidad Santo Tomás, sustentada en 2015, tiene como objetivo medir la calidad del sistema midiendo el valor agregado o efecto de escuela para la educación Superior en Bogotá, descontando las condiciones académicas iniciales del estudiante. Para hacer la estimación usan modelos lineales jerárquicos a partir de las bases de datos de los exámenes Saber 11 y Saber Pro suministradas por el ICFES y por el departamento nacional de estadística DANE.

A nivel nacional la calidad de todo el sistema es medida utilizando los resultados de pruebas estandarizadas aplicadas por el ICFES a diferentes niveles educativos. En Chile desde 2012 se sugirió como política pública usar el valor agregado, para medir el aporte de las instituciones a sus estudiantes. Se plantea que hay varios enfoques en el modelamiento de valor agregado y el

problema más importante está dado por la endogeneidad producida por no controlar la asignación no aleatoria, que es una práctica común en la distribución de los colegios (Braun, Chudowsky, & Koenig, 2010). En este sentido se presentan dos soluciones: por un lado Hanchane, S., y Mostafa, T. (2012) analizan los inconvenientes de la endogeneidad en la estimación multinivel usando una función de producción educativa y por otro lado se propone el uso de modelos lineales jerárquicos con variables instrumentales (HLIM por sus siglas en inglés).

Para este trabajo se escogió un modelo de coeficientes aleatorios, el cual incluye intercepto y pendientes aleatorios. Como variables de primer nivel, que es información del estudiante, se usan: el puntaje sacado en la competencia genérica en saber Pro y Saber 11, Género, educación de padre y de madre, estrato, ingreso familiar e inclusión laboral. Como segundo nivel, que se refiere a la universidad, se tomaron las siguientes variables: tipo de universidad, si la universidad escoge o no a los aspirantes, cantidad de docentes tiempo completo con maestría, cantidad de docentes nacionales tiempo completo profesionales (Rodríguez, 2015)

Dentro de los resultados se encontró que en valor agregado en razonamiento cuantitativo y lectura crítica las mejores Universidades de Bogotá para el periodo 2011 y 2012, fueron: la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, la Universidad de la Sabana y la Fundación de Ciencias de la Salud, lo que contrasta con el ranking de promedios simples del ICFES para ese mismo año donde ocupan posiciones 13, 20 y 32.

## **2.6 “Rodríguez, R., & López, D. (2016). El valor agregado de la educación superior en la formación en segunda lengua en Colombia 1. *Civilizar*, 16(30), 119–136.”**

En este artículo del año 2016, se aplica un modelo de valor agregado a la educación superior específicamente la competencia genérica de inglés, que es promovido por el gobierno con el Programa Nacional de Bilingüismo, que busca una mayor competitividad de los colombianos y buscar un mejor desarrollo económico para el país. El Ministerio de educación de Colombia adoptó el marco común europeo, por la solidez de su desarrollo. Colombia en nivel de inglés no está bien en 2014 en el ranking mundial calculado por Education First, ocupa el puesto 42. Se busca que los estudiantes que terminen colegio tengan B1 y los que terminan Universidad por lo menos B2 o superior (Rodríguez, 2015).

Usan modelos jerárquicos con variables instrumentales y siguen la formulación de modelo de dos niveles de (Raudenbush & Bryk, 2002). El primer nivel es información del estudiante incluyendo resultados de pruebas y variables sociales y económicas. El segundo nivel tiene información (tipo de universidad, selección e información de los docentes). Se encuentra que los programas que dan mejor valor agregado son: economía, contaduría pública y administración de empresas.

### **2.7 “Características Socioeconómicas y Rendimiento Académico. El Caso de una Universidad Argentina”**

En este artículo publicado en 2016 en Argentina, los autores mediante relaciones estadísticas encuentran correlaciones entre las características socioeconómicas de los alumnos de la Universidad Nacional del Nordeste y sus resultados académicos, y posteriormente los comparan con hallazgos de estudios similares en otras universidades nacionales. El método utilizado es una caracterización estadística, posteriormente calcularon las regresiones lineales por MCO entre el rendimiento académico y el perfil del estudiante, calculan por género, trabajo, educación de los padres, y por unidades académicas. La fuente de datos es la encuesta de reinscripción (ER) y el registro de calificaciones.

Se encuentra evidencia contundente de que las variables de Nivel Socioeconómico (NSE) son significativas para explicar las diferencias de rendimiento académico de los alumnos de las facultades analizadas (Coschiza, Martín, Gapel, Nievas, & Ruiz, 2016). El Modelo estudiado también considera las variables género y edad, dentro de los resultados se encuentra que las mujeres tienen un mejor desempeño que los hombres, dentro del grupo de variables “familia núcleo”, las más significativas fueron estado civil casado y la cantidad de hijos, la cantidad de hijos afecta negativamente el rendimiento: cada hijo disminuye el promedio del alumno (padre/madre) en alrededor de 0.10 puntos. Por último con respecto a la situación laboral, se encuentra que esta también afecta el desempeño académico de los estudiantes.

### **2.8 “Rodríguez, R., & López, D. (2016). El valor agregado de la educación superior en la formación en segunda lengua en Colombia 1. *Civilizar*, 16(30), 119–136.”**

En este artículo publicado en 2016 en Colombia, los autores tienen como objetivo determinar el valor agregado como indicador de calidad de un programa académico de licenciatura en



educación básica con énfasis en ciencias naturales de la corporación Universitaria del Caribe CECAR, considerando dos momentos de la vida académica de los estudiantes pertenecientes a una cohorte del 2013 y la construcción de una medida de esta valoración desde el aporte que hace la universidad. Se pretende una evaluación más justa del resultado académico del estudiante y se compara su magnitud con el de otras universidades que ofertan el mismo programa. La metodología usada es un diseño longitudinal de datos panel y análisis de componentes principales de variables socioeconómicas, socioculturales y logro económico, usaron solo una corte de 2013. Se concluye que la universidad CECAR hace un bajo aporte a los estudiantes.

**2.9 “Monroy-mateus, A. F., Aguirre-lara, C., & Espitia-cubillos, A. A. (2018). Propuesta metodológica para identificar el valor agregado de programas de ingeniería a partir del análisis de resultados de pruebas, 13(25), 102–107”.**

En este artículo publicado en 2018 en Colombia, los autores de la Universidad del Bosque plantean una metodología para hallar el valor agregado en tres etapas: La primera es contrastar las estructuras de Saber 11 y Saber PRO, la segunda tratar los datos para obtener el valor agregado y contrastarlo con otras variables, en la tercera contrastar los resultados con el grupo de referencia y a una universidad referente que puede ser determinada cómo la mejor en su área de acuerdo a algún ranking representativo. Cómo método restan los resultados saber Pro y Saber 11, usan estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión, asumen que se pueden comparar directamente los datos, hacen pruebas de hipótesis y a partir de estos concluyen.

Aunque el estudio solo usa de estadística descriptiva e inferencial, por lo cual no es muy profundo, si permite mostrar que en estos estudios más que determinar un modelo lo que es adecuado es definir y validar una metodología que sea aplicable a la determinación del cálculo del valor agregado al tipo de muestras de Saber Pro y Saber 11.

**2.10 “Garai, J. M. (2017). A characterization of a value added model and a new multi-stage model for estimating teacher effects within small school systems”.**

En esta tesis de doctorado sustentada en agosto 2017 en Estados Unidos, en donde se presenta la necesidad de desarrollar una métrica para determinar si los sistemas educativos cumplen los

objetivos educativos. Uno de los más utilizados son los modelos de valor agregado (VAM) el cual modela los puntajes de los estudiantes como función del medio ambiente de las aulas y de los colegios. Uno de los modelos de VAM es el enfoque dado por el Sistema de evaluación de valor agregado de Tennessee (TVAAS) que fue introducido en el condado de Knox, Tennessee. En este modelo se toma año a año los puntajes de los estudiantes y se toma el año actual y se relaciona con los anteriores.

El efecto de los profesores se adiciona en una de las capas del modelo, la cual estima el valor agregado al estudiante a través de la metodología de modelos lineales mixtos para obtener la mejor predicción lineal insesgada (BLUP Best Linear Unbiased prediction). Las investigaciones usando VAN normalmente ocurren en sistemas escolares con un número largo de estudiantes pero no se ha estudiado el desempeño en sistemas escolares con número pequeño de estudiantes.

Un problema común de muestras pequeñas es la falta de precisión. Un área de la estadística ha desarrollado una metodología para muestras de tamaño pequeña como pequeñas áreas de estimación. Un enfoque de esta área es la estimación indirecta, que vincula temas similares y permite a los grupos pequeños tomar prestado el uno del otro. Esta disertación introduce un modelo multicapa que incorpora la técnica de pequeña área de estimación con tradicional TVAAS.

Este trabajo evidencia algunos de los problemas que hay al trabajar con muestras que tengan grupos pequeños, por lo que hay que tener cuidado con los criterios de selección de los grupos que se escojan.

### **2.11 “Orejuela Ríos, C. A. Valor agregado en la educación superior. Aplicación para las competencias genéricas en las pruebas saber Pro 2012.”.**

Esta tesis para optar al título de Magister en economía aplicada de la Universidad del Valle, sustentada en 2015, tiene como objetivo explorar la medición del valor agregado en la educación superior para Colombia aplicado únicamente a la competencia de razonamiento cuantitativo. La fuente de datos es Saber 11 para medir el nivel al salir de la educación media y Saber Pro 2013 para la salida de la educación superior.

En este trabajo buscaron validar la hipótesis de la validación cruzada entre los resultados del colegio y de la universidad, lo cual evidencian en las varianzas, por lo que encuentran que si deben descontarse, al momento de calcular el valor agregado.

La fundamentación de este trabajo se realiza en la literatura económica. Y considera que: la pertenencia a una IES no es un proceso aleatorio, de hecho esta determinado entre otros elementos por la segregación socioeconómica o racial, lo que garantiza que las IES serán diferentes en las características de ingreso de sus estudiantes (Orejuela, 2015). Se trabaja con modelos lineales jerárquicos, pero no se consideran variables a nivel de la institución para evitar sesgos. Este último es un ítem de consideración a la hora de escoger las variables de nivel del presente trabajo.

### **3. Metodología**

La metodología que se siguió tuvo las siguientes etapas:

**3.1 Comparación estructural de las competencias:** se revisó la estructura de las competencias y las evidencias que consideran Saber Pro y Saber 11, usando para ello las guías de orientación, en especial se determinaron los años en que se hicieron cambios y que componentes están relacionados entre los dos exámenes.

**3.2 Recolección de datos.** Se utilizaron las bases de datos del ICFES, pedidas a través de la figura legal de “información pública”, que incluyen la información del examen saber Pro cruzado con la información que el mismo estudiante sacó en Saber 11 y las encuestas sociodemográficas.

**3.3 Limpieza y organización de las Bases de datos:** Se limpiaron y organizarán las bases de datos para los programas de ingeniería de sistemas y afines. Se crearon los grupos de referencia.

**3.4 Identificación de variables.** Se realizó una caracterización estadística donde se determinaron las variables candidatas a usarse en los modelos.

**3.5 Determinación de modelos adecuados.** Se realizó un análisis comparativo de diferentes modelos ajustados al modelo lineal jerárquico y se escogió el de mejor ajuste.

**3.6 Implementación del modelo:** con el modelo de mejor ajuste, se calculó la estimación del intercepto aleatorio de cada universidad, la misma metodología se aplicó a las competencias genéricas del examen Saber Pro 2015 y 2016, a las cuales se les pueda calcular el valor agregado.

**3.7 Evaluación del valor agregado por Universidad.** Se realizaron las listas de clasificación del valor agregado por cada una de las competencias para los grupos de referencia construidos.

## **4. Modelo Teórico**

El gobierno nacional para medir la calidad del sistema educativo Colombiano, posee los exámenes Saber que son obligatorios, a nivel de finalización del colegio se cuenta con Saber 11 y a nivel de la universidad se cuenta con Saber Pro, este último es reglamentado en el decreto 3963 de 2009 (MEN,2018). Los objetivos de este examen son: comprobar el grado de desarrollos de las competencias de los estudiantes, producir indicadores de valor agregado y por último servir de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación de la calidad de los programas e instituciones.

Este examen evalúa competencias genéricas y específicas, las estructuras definidas por el ICFES para efectos de comparabilidad se mantendrán por un periodo de 12 años a partir de la primera vez que se aplique. El examen se aplica una vez al año, lo pueden presentar estudiantes que hayan cursado el 75% de los créditos de la carrera, su presentación es un requisito de grado.

El Instituto Colombiano para la evaluación de la educación ICFES, define valor agregado cómo:

*“Es un estudio que se hace en el campo de la educación, el cual intenta medir cuánto aporta una institución a las competencias de sus estudiantes. Cuando un alumno entra a un centro educativo llega con unas habilidades previas, por lo que sus capacidades al terminar su ciclo académico no se deben solo a lo que aprendió por su paso en él, sino también a lo que sabían antes de entrar al mismo. Por este motivo surgen los estudios de VA, los cuales intentan aislar lo aprendido en una institución de las condiciones iniciales, para poder medir de una forma más precisa la calidad en la formación académica” (Blanco, 2018)*

Y define el aporte relativo cómo:

*“Aporte Relativo que toma cómo insumo la idea de valor agregado, con el propósito de medir la calidad de la educación superior en el país. De esta manera se cuenta con un ejercicio más preciso, en el cual se aísla del cálculo de Valor Agregado, aquellos factores que no están directamente relacionados con la educación impartida por las instituciones. De esta forma, el ICFES reconoce que las condiciones de entrada de los estudiantes admitidos a las instituciones de educación superior, difieren entre ellas y establece una premisa de “comparar comparables”, analizando las diferencias en el VA de las IES que cuentan con estudiantes con resultados similares en la prueba Saber 11”. (Blanco, 2018)*

#### **4.1 Modelo de Efectos Fijos (MEF)**

El modelo de efectos fijos estudiado (Gujarati, 2007), es el que menos supuestos hace sobre el comportamiento de los residuos, por lo que el modelo a estimar es:

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

En MEF se permite que la intercepción en el modelo de regresión difiera entre individuos, suponiendo que cada unidad pueda tener características especiales por sí misma, por lo que  $\alpha_i$  se va a descomponer en  $\alpha_i = \alpha + u_i$ , al reemplazar en (5) la ecuación se transforma en

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + u_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Por lo que el error  $v_{it} = u_i + \varepsilon_{it}$ , queda con dos partes la primera fija  $u_i$  para cada individuo y la segunda aleatoria  $\varepsilon_{it} \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$  que cumple los axiomas de mínimos cuadrados ordinarios. En este modelo se asume que los efectos individuales están correlacionados con las

variables explicativas, por lo que se puede tratar el término de efecto individual separadamente del error.

#### 4.2 Modelo de efectos aleatorios (MEA)

La especificación del modelo de efectos aleatorios es la misma de efectos fijos (6), pero el cambio está en que el error supone que la intercepción de la unidad individual proviene de un conjunto con valor medio constante y varía alrededor del mismo, por lo que  $v_{it} = u_i + \varepsilon_{it}$ , queda con dos partes la primera fija  $u_i$  es una variable aleatoria para cada individuo y la segunda  $\varepsilon_{it}$  también es una variable aleatoria. Asume que los efectos individuales no están correlacionados con las variables explicativas.

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + u_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Y la ecuación de diferencia queda cómo:

$$(Y_{it} - \bar{Y}_{it}) = (X_{it} - \bar{X}_{it})\beta + (u_{it} - \bar{u}_{it}) + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_{it}) \quad (7)$$

Las suposiciones del modelo MEA son:

$$u_i \sim N(0, \tau) ;$$

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$E(u_i \varepsilon_{it}) = 0 \quad E(u_i u_j) = 0 \quad (i \neq j)$$

$$E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{is}) = E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{js}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s) \quad (8)$$

De los supuestos anteriores se tiene que los componentes de errores individuales no están correlacionados entre si y no están autocorrelacionados en las unidades transversales y de tiempo.

#### 4.3 Consideraciones sobre los modelos de efectos fijos y aleatorios

El dilema de las investigaciones que usan sólo uno de los dos modelos: fijo o aleatorio, está en cuál de los dos modelos es mejor para la investigación, pero ella se debe resolver sobre los supuestos que se hagan respecto al a correlación entre el componente de error individual  $u_i$ , los errores  $\varepsilon_{it}$  y las regresoras X. Si los  $u_i$  y las regresoras X no están relacionadas es mejor MEA, si hay correlación entre  $u_i$  y las represoras X, es mejor usar MEF, Gujarati (2007). En este estudio se calcularan los dos modelos a través de un modelo lineal mixto.

El modelo de efectos fijos es más eficiente ya que la varianza de la estimación es menor, pero el modelo de efectos aleatorios es más consistente al ser más exacto en el cálculo del parámetro, pero es más sesgado que el primero. Los modelos de efectos fijos pueden eliminar información del modelo, pero permite conocer los  $u_i$  separadamente, lo que favorece entender mejor el modelo, la estimación de efectos aleatorios tiene el riesgo de sobreestimar los estimadores  $\beta$ .

El significado de cambiar  $u_i$  define la diferencia entre los dos modelos, en el de MEF se considera fijo para cada individuo. En contraste en el modelo de efectos aleatorios,  $u_i$  considera que en un individuo puede afectar factores no visibles, por lo que no se está seguro del valor del corte, por lo que este sería aleatorio, alrededor de un valor medio y siguiendo una distribución de probabilidad. Existe la posibilidad de considerar un modelo que tenga efectos fijos y efectos aleatorios al mismo tiempo.

#### 4.4 Modelo de Valor Agregado Lineal mixto de dos etapas

Los modelos de valor agregado académico, pueden derivarse de la función acumulativa de logros ( Todd & Wolpin 2003):

$$A_{it} = A_i[X(t), F(t), S(t), \alpha_{i0}, \varepsilon_{it}] \quad (9)$$

La ecuación (9) describe el nivel del logro del estudiante  $i$  en el tiempo  $t$  ( $A_{it}$ ) cómo producto de un conjunto acumulado de entradas, donde  $X(t)$ ,  $F(t)$  y  $S(t)$  representan la historia individual, familiar y escolar del estudiante  $i$  durante el año  $t$ ,  $\alpha_{i0}$  la habilidad inicial con que llega el estudiante y  $\varepsilon_{it}$  el error.

Para ajustar el modelo de valor agregado (VAM) a las variables de los estudiantes de los programas de ingeniería de Sistemas de las Universidades Colombianas, se va asumir que los alumnos de cada institución están dentro de un mismo grupo de características o que pertenecen al mismo conglomerado, o que al estudiar en la Universidad esta le imprime un sello particular a sus alumnos. Los individuos que pertenecen a un mismo grupo tenderán a ser más parecidos entre sí que los que pertenecen a otra universidad. Esta posible homogeneidad entre los individuos hace que entre ellos se encuentre una correlación intracontextual, está posible similitud entre los

estudiantes impide cumplir el axioma de independencia sobre el que se basa la estimación de regresión lineal tradicional de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Para medir los resultados del Proceso educativo se tienen los resultados de la prueba estatal estandarizada de Saber Pro cruzados con los resultados que los mismos estudiantes obtuvieron en la prueba estandarizada Saber 11. Esto permite conocer las condiciones de entrada con que el estudiante inició sus actividades universitarias y poder descontarlo a la hora de medir el valor de aula aportado por la misma. Está relación entre los puntajes de las dos pruebas presentadas por el mismo individuo en dos momentos de tiempo puede generar un problema de endogeneidad, por tener correlación entre las variables explicativas y los errores, por lo que no se cumpliría el axioma de exogeneidad estricta sobre el que se basa el modelo de regresión lineal tradicional.

Para resolver estos problemas sobre los axiomas de endogeneidad e independencia que afectan el uso de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), los académicos han estado trabajando con Modelos lineales generalizados, el resultado han sido los modelos multinivel o jerárquicos, que permiten distinguir entre los niveles jerárquicos de los estimadores. En ellos cada nivel tiene su propio sub-modelo en el cual se expresa la relación entre las variables que lo influyen y los estimados de un nivel se pueden usar como variables de los otros niveles, pero la ecuación final cumple los axiomas de MCO.

En el presente trabajo, por la endogeneidad en los registros de la base de datos entregada por el ICFES y por los objetivos planteados, se va a considerar un modelo jerárquico de dos niveles, que se pueden describir cómo:

- **El primer nivel:** que considera la información correspondiente al estudiante, puntaje en la competencia genérica del examen Saber Pro, puntaje de entrada a la universidad dado por Saber 11 y la información sociodemográfica tomada del estudiante el día del examen.
- **El segundo nivel:** considera la información correspondiente a la Universidad, recolectada por el ICFES y entregada en la base de datos.



En este estudio se tiene una asociación de registros tomados sobre el mismo sujeto, ya que considera los puntajes del mismo estudiante en el examen estandarizados de saber 11 y en Saber Pro, que tienen en promedio una ventana de tiempo de cinco años. Además cómo se quiere medir el efecto de la Universidad, por lo que se va a plantear un modelo mixto, que considera efectos fijos y aleatorios al mismo tiempo, donde se van a especificar los coeficientes y el intercepto cómo funciones aleatorias del segundo nivel, siguiendo la formulación de (Raudenbush & Bryk 2002), que se especifica cómo:

$$\text{Nivel 1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{ij} + e_{ij} \quad (10)$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = puntaje del estudiante i de la Universidad j

$\beta_{0j}$  = intercepto de la universidad j

$\beta_{1j}$  = media del rendimiento de la universidad j

$e_{ij}$  = residuos entorno del rendimiento de la universidad j

$$\text{Nivel 2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_j + u_{0j} \quad (11)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}z_j + u_{1j} \quad (12)$$

**Dónde:**

$\beta_{0j}$  = media del rendimiento de la universidad j

$\gamma_{00}$  = media general de toda la muestra

$u_{0j}$  = error aleatorio.

Reemplazando (11) y (12) en (10) y luego organizando

$$Y_{ij} = (\gamma_{00} + \gamma_{01}z_j + u_{0j}) + (\gamma_{10} + \gamma_{11}z_j + u_{1j})x_{ij} + e_{ij}$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_j + \gamma_{10}x_{ij} + \gamma_{11}z_jx_{ij} + (u_{1j}x_{ij} + u_{0j} + e_{ij}) \quad (12)$$

Con

$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$	$E(u_{0j}\varepsilon_{it}) = 0$
$u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$	$E(u_{01j}\varepsilon_{it}) = 0$
$u_{0j} \sim N(0, \tau_{11})$	$E(u_{0j} u_{1j}) = 0$

..... (13)

Donde en la ecuación (12) lo que está fuera del paréntesis son coeficientes de efectos fijos y lo que está dentro del paréntesis son coeficientes de efectos aleatorios. Además se van a tener variables explicativas del primer nivel y de segundo nivel, términos anidados, que van a ser estimados usando los axiomas de MCO. Para el caso de valor agregado este modelo mixto es el más adecuado.

Con este modelo multinivel, o de solución de mínimos cuadrados de varias etapas, se busca explicar en mejor medida la parte aleatoria del modelo, por lo que se obtienen buenos ajustes. El análisis de varianza permite distinguir entre una variación sistemática y otra parte que se puede descomponer por la fuente de variación dada en el primer nivel, se considera la variabilidad intra sujetos y en el segundo nivel entre sujetos, con la cual se podría medir el efecto aportado por la Universidad. Con la ecuación (14) se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (14)$$

Para comenzar el análisis es conveniente en primer lugar considerar el modelo Nulo, el cual es considerar las ecuaciones (10) y (11), donde las variables explicativas toman el valor cero y queda solamente el corte y el error.

### El modelo Nulo

$$\text{Nivel 1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij} \quad (15)$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = puntaje del estudiante i de la Universidad j

$\beta_{0j}$  = media del rendimiento de la universidad j

$e_{ij}$  = residuos entorno del rendimiento de la universidad j

$$\text{Nivel 2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (16)$$

**Dónde:**

$\beta_{0j}$  = media del rendimiento de la universidad j

$\gamma_{00}$  = media general de toda la muestra

$u_{0j}$ = error aleatorio.

Reemplazando (16) en (15)

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + e_{ij} \quad (17)$$

Se va a realizar la siguiente prueba de hipótesis con un análisis factorial sobre el modelo mixto, que es una prueba de efectos fijos frente efectos aleatorios, para determinar si los datos muestran que la Universidad si tiene incidencia o no sobre el rendimiento del estudiante y con ello realmente saber si vale o no la pena hacer un estudio de valor agregado por parte de la Universidad, las hipótesis que se van a usar son:

**H<sub>0</sub>**: El efecto del factor universidad es nulo en el rendimiento del estudiante.

**H<sub>1</sub>**: El efecto del factor universidad afecta el rendimiento del estudiante.

Para calcular el valor agregado, en el cual se busca es hallar el efecto de la universidad separando las características propias académicas y socio demográficas del estudiante, por lo que a partir de la ecuación (12) se va a usar el planteamiento realizado por (Muñoz, 2016), basado en (Manzi, San Martin, & Van Bellegem, 2010) dada por:

$$VA_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} E(Y_{ij} | \gamma_{01}z_j, \gamma_{10}x_{ij}, \gamma_{11}z_jx_{ij}, u_{1j}x_{ij}, u_{0j}) - \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} E(Y_{ij} | \gamma_{01}z_j, \gamma_{10}x_{ij}, \gamma_{11}z_jx_{ij}, u_{1j}x_{ij}) \quad (18)$$

La ecuación (18) considera en el primer término se tiene un promedio de la puntuación esperada de la universidad j condicionada a la covariables observadas y a las características latentes del segundo nivel, la media de los valores estimados para cada estudiante de la Universidad j y se le resta la media del valor de los efectos fijos de los estudiantes de la universidad j. Cómo en este modelo lineal mixto planteado supone que  $u_{0j}$  es independiente de todas las variables explicativas y del error  $e_{ij}$ , por lo que el valor agregado para la universidad j, se puede expresar cómo:

$$VA_j = u_{0j} \quad (19)$$

Este supuesto de independencia se basa en la exogeneidad de las variables con respecto al efecto Universidad, pero (Manzi, San Martin, & Van Bellegem, 2010) plantean que esto no necesariamente se cumple debido a que puede haber endogeneidad por relación entre las variables y el error

idiosincrático. Además indica que el valor agregado es una medida de efectividad que es relativo al conjunto de las unidades estudiadas, cambiar una unidad llevaría a un cambio en el efecto de las demás unidades de la muestra, y que la definición de valor agregado depende mucho de las covariables escogidas para el estudio por lo que la definición de valor agregado puede variar para la universidad  $j$  dependiendo las variables escogidas en el estudio.

#### 4.5 Selección de Modelos mediante criterios de información

Para evaluar si un modelo estadístico se ajusta bien a un conjunto de datos, en la teoría clásica se usan pruebas de contraste de hipótesis de bondad de ajuste, pero estas dependen de las escogencia de los niveles de significancia, además, cuando hay muchas variables Akaike en 1987 indica que los contrastes de hipótesis no penalizan la sobreparametrización, a causa de que un modelo saturado es usado de referencia. Otras alternativas son el test de Barlett basado en la razón de máxima verosimilitud pero él no siempre resulta valido, el test asintótico de chi-cuadrado de Barlett resulta adecuado cuando los datos siguen distribución normal y el Turkey y Lewis en 1973 proponen un coeficiente de fiabilidad, que mide la adecuación de un modelo de un modelo con  $m$  factores. Pero una mejor alternativa son los criterios de información que pueden aplicarse a parámetros estimados con máxima verosimilitud y no son de uso exclusivo del análisis factorial sino que se extienden a otros procesos donde se debe seleccionar el modelo adecuado (Caballero, 2011).

#### Criterio de información de Akaike (Akaike Information Criterion AIC)

El cual fue desarrollado inicialmente para series de temporales por Akaike en 1974, y modificado posteriormente por muchos autores para el análisis factorial, se basa en la penalización de parámetros ajustados, es un estimador muestral insesgado, dado por la expresión:

$$AIC(k) = -2\ln(L[\hat{\theta}(k)]) + 2k \quad (20)$$

En donde en la ecuación (20)  $\ln(L[\hat{\theta}(k)])$  es el logaritmo de la función de máxima verosimilitud de las observaciones,  $\hat{\theta}(k)$  es la estimación máxima verosimilitud del vector de parámetros  $\theta$  y  $k$  es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo.

El objetivo de la selección mediante AIC es estimar la perdida de información cuando la distribución de probabilidad  $f(\cdot)$ , asociada con el modelo verdadero, es aproximada mediante la

distribución de probabilidad  $g(\cdot)$  asociada con el modelo que va a ser evaluado. Por lo que una medida para la discrepancia entre el modelo real y el modelo aproximado viene dado por el valor negativo de la entropía entre  $f(\cdot)$  y  $g(\cdot)$ . EL AIC no pretende identificar el modelo verdadero (que un modelo sea el de mejor ajuste no quiere decir que sea el modelo verdadero. EL AIC no usa tablas y es muy fácil de usar, no requiere un nivel de significancia. (Caballero, 2011).

Para seleccionar modelos usando AIC, en primer lugar se calcula para cada modelo, la diferencia en el valor AIC con respecto al AIC del candidato a mejor modelos , que es el que minimiza el valor entre

$$\Delta_i(AIC) = AIC_i - \min(AIC) \quad (21)$$

donde  $i$  en representa al correspondiente modelo. Como el AIC en (21) es definido para ser un estimador asintóticamente insesgado el mejor modelo es el que minimiza el AIC.

### **Criterio de información Bayesiano (Bayesian Information Criterion BIC)**

Un problema que se encontró en el criterio de AIC en la ecuación (20) es que la penalización es de  $2k$ , que considera el número de parámetros pero este no considera un factor importante como es el tamaño de la muestra considerada. Schwarz en 1978 sugirió que AIC podría no ser asintóticamente justificable y presento un enfoque alternativo a partir de un enfoque Bayesiano, con lo que se penaliza el número de parámetros con logaritmo de  $n$ . (Caballero, 2011). Quedando el BIC establecido como:

$$BIC(k) = -2\ln(L[\hat{\theta}(k)]) + k\ln(n) \quad (22)$$

En donde en la ecuación (22)  $\ln(L[\hat{\theta}(k)])$  es el logaritmo de la función de máxima verosimilitud de las observaciones,  $\hat{\theta}(k)$  es la estimación máxima verosimilitud del vector de parámetros  $\theta$ ,  $k$  es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo, mientras que  $n$  es el tamaño de la muestra. En este caso el mejor modelo es el que minimiza la ecuación (22).

### **4.6 Prueba de correlación de Spearman**

Es un coeficiente no paramétrico que permite medir la relación entre dos variables, las cuales no necesariamente deben seguir distribuciones normales, para calcularlo se siguen los siguientes pasos:

- Clasificar por jerarquía los valores de  $X$  desde 1 hasta  $n$ .

- Clasificar por jerarquía los valores de Y desde 1 hasta n.
- Calcular los  $d_i$  restando a la jerarquía de  $Y_i$  de la jerarquía de  $X_i$  y elevarlos al cuadrado. Y luego para n entre 4 y 30 datos se calcula por:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (23)$$

para  $n > 30$  datos se calcula por:

$$Z = r_s \sqrt{n - 1} \quad (24)$$

La prueba de hipótesis bilateral de correlación entre dos variables X e Y se calcula como:

**H<sub>0</sub>:** X e Y son mutuamente independientes.

**H<sub>1</sub>:** X e Y no son mutuamente independientes.

Para realizar el contraste de hipótesis bilateral, se rechaza  $H_0$  en el nivel de significancia de  $\alpha$  si  $r_s$  es mayor que el Valor en la tabla P, en el caso de este estudio que usa el software IBM-SPSS, si utilizara el nivel de significancia reportado por este.

## 5. Limpieza y preparación de las bases de datos

En este capítulo se presentan la revisión de relación de competencias saber 11 y Saber Pro, y toda la limpieza y preparación de las bases de datos y de la creación del grupo de referencia.

### 5.1 Comparación de las pruebas estandarizadas saber 11 y saber pro

Inicialmente se hizo un análisis de la estructura de lo que fue evaluado a los estudiantes en las pruebas SABER PRO 2015 y SABER PRO 2016, con el fin de determinar los aspectos considerados por el ICFES en cada una de las competencias genéricas. Simultáneamente se estudiaron los componentes de la prueba Saber 11 en el periodo comprendido entre los años 2006 a 2014 y que fue presentada por los mismos estudiantes al finalizar su bachillerato.

Para poder realizar este análisis comparativo se realizaron las siguientes tablas que son un resumen del material tomado de las guías de Orientación del ICFES 2015 y 2016. (ICFES, 2018) las tablas descriptivas se encuentran en el Anexo A.

Al realizar una comparación entre las guías del ICFES Saber Pro 2015 y 2016 de las competencias genéricas no se observa ningún cambio en la estructura ni en los descriptores, pero si en el sistema de calificación. En el 2015 se evaluaba con una media relativa de 10 puntos y una desviación estándar de una unidad, mientras que en el 2016 el sistema cambia y se inicia a evaluar con una escala entre 0 y 300 puntos.

Simultáneamente se estudiaron las guías Saber 11 correspondientes a los años 2006 al 2014 y no se observaron ni cambios estructurales, ni de los sistemas de medición, lo cual garantiza que los resultados obtenidos por los estudiantes al terminar el colegio en ese periodo pueden ser comparados.

Saber 11	Saber Pro
Matemáticas	Razonamiento cuantitativo
Inglés	Inglés
Lenguaje	Lectura crítica
Sociales	Competencias ciudadanas

**Tabla 1** Asociación de competencias Saber Pro con componente Saber 11. Fuente propia.

Como consecuencia de estos análisis se obtiene la tabla 1, en donde se plantean asociaciones obtenidas como resultado de la comparación de los descriptores de cada competencia y de cada componente las pruebas Saber Pro 2015, Saber Pro 2016 y Saber 11. Estas asociaciones nos permitirán identificar el nivel con el que ingresó el estudiante a la institución y poder medir el aporte dado por las mismas a las competencias genéricas.

Para la competencia de Comunicación Escrita de Saber Pro no se hace asociación a una componente de Saber 11, debido a que no se encuentra una componente relacionada entre ellos.

Se inició el procesamiento de las bases de datos entregadas por el ICFES para los años 2015 y del 2016 para ser estudiadas. El primer inconveniente que se presentó fue la limpieza que se hizo de los caracteres extraños, que se crearon en la exportación de los registros, por no poder leer las tildes y las “ñ”, además se realizó la corrección de los nombres y/o puntajes que tenían errores que se producen al exportar las bases de datos.

Descripción bases de datos completas entregadas por el ICFES	Saber Pro 2015	Saber Pro 2016
Variables en la base de datos	188	173
Registros totales	175.494	175.166
Instituciones de Educación superior	355	350

Estudiantes Universitarios	106.671	119.474
----------------------------	---------	---------

**Tabla 2** Información base de datos entregadas por el ICFES. Fuente propia.

En la tabla 2 se resumen el contenido de las bases de datos: el número de estudiantes, número de Instituciones de educación superior, número de universidades, variables académicas y sociodemográficas. Estas bases de datos ya están cruzadas con la información académica y sociodemográfica correspondiente a cada estudiante en Saber 11.

Una vez que la base de datos fue arreglada, se procedió a separar filtrando por el grupo de referencia que es este caso es Ingeniería ver la siguiente tabla 3:

Descripción bases de datos grupo de referencia de ingeniería	Saber Pro 2015	Saber Pro 2016
Registros totales	31.847	38511
Instituciones de Educación superior	149	112
Estudiantes Universitarios	23.431	28566
Títulos	160	-
Programas académicos	-	111

**Tabla 3** Descripción grupo de referencia ingeniería. Fuente propia.

En este trabajo se tomó como área de interés el programa de ingeniería de sistemas y carreras afines. En el mercado académico hay muchas denominaciones para este programa en donde la base es siempre la misma pero la orientación es diferente, debido a que cada Institución es libre de ofrecer su plan de estudio, su enfoque y de ponerle su propio título. El mismo ICFES reconociendo estas diferencias ofrece la competencia específica de diseño de software (Manuel, J., & Calderón, S, 2017) para: administración de sistemas, administración de sistemas de información, administración de sistemas informáticos, ciencias de la computación, ingeniería en informática, ingeniería de sistemas, ingeniería de software, ingeniería informática y programas afines. A continuación se presenta la tabla 4, que presenta un resumen del número de estudiantes del área para el año 2015, por cada tipo de institución de educación superior:

Estudiantes por programa Saber PRO 2015	Instituciones de Educaciones Superior					
	ESCUELA TECNOLÓGICA	INSTITUCION TECNOLÓGICA	INSTITUCION UNIVERSITARIA	TECNICA PROFESIONAL	UNIVERSIDAD	Total general
ADMINISTRADOR DE SISTEMAS INFORMATICOS		5			1	6
ADMINISTRADOR INFORMatico			3			3
ADMINISTRADOR(A) DE SISTEMAS INFORMATICOS					42	42
INGENIERIA DE SISTEMAS			17			17



INGENIERO DE SISTEMAS			5			5
INGENIERO EN INFORMATICA					6	6
INGENIERO MULTIMEDIA					25	25
INGENIERO (A) DE SISTEMAS			61		108	169
INGENIERO DE MULTIMEDIA					27	27
INGENIERO DE SISTEMAS	61	81	1260	154	1797	3353
INGENIERO DE SISTEMAS CON ENFASIS EN TELECOMUNICACIONES					6	6
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION					225	225
INGENIERO DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES					56	56
INGENIERO DE SOFTWARE			43	12		55
INGENIERO EN INFORMATICA			29			29
INGENIERO EN INFORMATICA			50		39	89
INGENIERO EN MULTIMEDIA					43	43
INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACION					67	67
INGENIERO EN SOFTWARE			37			37
INGENIERO INFORMATICO			114		9	123
INGENIERO(A) DE SISTEMAS					74	74
INGENIERO(A) DE SISTEMAS E INFORMATICA					38	38
PROFESIONAL EN INGENIERÍA DE SISTEMAS			16			16
TECNOLOGO EN PROGRAMACION DE SISTEMAS		8				8
Total general	61	94	1635	166	2563	4519

**Tabla 4** Descripción grupo de referencia ingeniería de sistemas y carreras afines 2015. Fuente propia.

Debido a las diferencias entre la formación ofrecida por las Universidades y las demás Instituciones de Educación Superior (IES), y con respecto al marco planteado en este estudio, se escogió solo la modalidad académica de las Universidades. No se van a considerar los administradores informáticos, ingenieros informáticos, ingenieros de sistemas con énfasis en telecomunicaciones y los ingenieros de multimedia, porque los contenidos curriculares de estos programas no tienen como base principal el diseño de software. En la siguiente tabla (5) se realiza la descripción descriptiva:

Estadísticos Descriptivos		
	2015	2016
Media	39,38	38.82
Error típico	4,82	4.72
Mediana	24,50	24
Moda	15,00	13
Desviación estándar	37,35	41.19
Varianza de la muestra	1395,33	1696.65
Curtosis	2,22	7.25
Coficiente de asimetría	1,62	2.41
Rango	154	216
Mínimo	3	1
Máximo	157	217
Suma	2363	2951
Cuenta	60	76
Q1	14,25	12
Q3	55	50.5

**Tabla 5.** Estadística descriptiva número de registros por programa.

En la tabla 5 se observa para el año 2015 un mínimo de 3 y un máximo de 157 estudiantes que presentaron el examen representando a una institución, para el año 2016 se tiene un mínimo de 1 estudiante y un máximo de 217. Donde hay pocos estudiantes hay un problema al medir el valor agregado, ya que no se puede distinguir si es un efecto de aula de la universidad o si es adjudicable a los estudiantes. Para resolver el problema, se va a usar el criterio del  $1.5 * \text{Rango\_intercuartilico}$ , que es usado para determinar datos atípicos, donde se obtiene un intervalo [8.82, 69.9] para 2015 y de [9.9, 67.6] para 2016, por lo que se retiran todos los programas que hayan presentado menos de 10 estudiantes, pero en el límite superior se van a dejar todos los programas, debido a que en ellos si aportan para calcular el valor agregado.

Usando el criterio anterior se retiran para el 2015 las siguientes instituciones: universidad Autónoma de Manizales ( por tener solo 3 estudiantes), Universidad de Santander (3 estudiantes), Universidad de Boyacá (4 estudiantes), Universidad del Pacífico (4 estudiantes), Universidad Autónoma Latinoamericana (6 estudiantes), Universidad tecnológica de Bolívar (6 estudiantes), Universidad Santo Tomás (7 estudiantes), Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano (8 estudiantes), Universidad Autónoma de Bucaramanga (9 estudiantes) y Universidad de la sabana (9 estudiantes) y La universidad Antonio Nariño (6 estudiantes en sistemas y 6 estudiantes en sistemas y computación). Quedando la base de datos para el grupo de referencia 2015, formado por 47 instituciones cómo se presenta a continuación:

N°	Universidades	Titulo	Estudiantes
1	CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	INGENIERO DE SISTEMAS	55
2	FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC-	INGENIERO DE SISTEMAS	21
3	FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	INGENIERO DE SISTEMAS	34
4	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	INGENIERO DE SISTEMAS	35
	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION	12
5	UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	INGENIERO DE SISTEMAS	38
6	UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA	INGENIERO DE SISTEMAS	24
7	UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	INGENIERO DE SISTEMAS	13
8	UNIVERSIDAD CENTRAL	INGENIERO DE SISTEMAS	34
9	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	INGENIERO DE SISTEMAS	150
10	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	INGENIERO DE SISTEMAS	63
11	UNIVERSIDAD DE CALDAS	INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACION	67
12	UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	INGENIERO DE SISTEMAS	111
13	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	INGENIERO (A) DE SISTEMAS	108
14	UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC	INGENIERO DE SISTEMAS	74
15	UNIVERSIDAD DE IBAGUE -CORUNIVERSITARIA-	INGENIERO DE SISTEMAS	21
16	UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	INGENIERO DE SISTEMAS	15

17	UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	INGENIERO DE SISTEMAS	17
18	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION	41
19	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	INGENIERO DE SISTEMAS	18
20	UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	INGENIERO DE SISTEMAS	18
21	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	INGENIERO DE SISTEMAS	23
22	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	INGENIERO DE SISTEMAS	17
23	UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	INGENIERO DE SISTEMAS	13
24	UNIVERSIDAD DEL CAUCA	INGENIERO DE SISTEMAS	46
25	UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	INGENIERO DE SISTEMAS	20
26	UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION	65
27	Universidad del Sinú -Elías Bechara Zainúm-	INGENIERO DE SISTEMAS	28
28	UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	INGENIERO DE SISTEMAS	157
29	UNIVERSIDAD DEL VALLE	INGENIERO DE SISTEMAS	71
30	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	INGENIERO DE SISTEMAS	98
31	UNIVERSIDAD EAFIT-	INGENIERO DE SISTEMAS	41
32	UNIVERSIDAD EAN	INGENIERO DE SISTEMAS	15
33	UNIVERSIDAD EL BOSQUE	INGENIERO DE SISTEMAS	15
34	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	INGENIERO DE SISTEMAS	35
35	UNIVERSIDAD ICESI	INGENIERO DE SISTEMAS	16
36	UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	INGENIERO DE SISTEMAS	12
37	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	INGENIERO DE SISTEMAS	43
38	UNIVERSIDAD LIBRE	INGENIERO DE SISTEMAS	55
39	UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	INGENIERO DE SISTEMAS	25
40	UNIVERSIDAD MARIANA	INGENIERO DE SISTEMAS	31
41	UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	INGENIERO DE SISTEMAS	141
42	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	INGENIERO(A) DE SISTEMAS	74
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	INGENIERO(A) DE SISTEMAS E INFORMATICA	38
43	UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION	44
44	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	INGENIERO DE SISTEMAS	37
45	UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	INGENIERO DE SISTEMAS	15
46	UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	INGENIERO DE SISTEMAS	56
47	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION	57
		Total	2257

**Tabla 6** Universidades, programas y número de estudiantes finales Saber Pro 2015. Fuente propia.

En el mismo sentido, se retiran para el 2016 las siguientes instituciones: Fundación universidad de Bogotá Jorge Tadeo lozano (8 estudiantes), Universidad Antonio Nariño-Bogotá D.C. (estudiantes en sistemas 6 y 7 en sistemas y computación), Universidad Autónoma De Manizales-Manizales (9 estudiantes), Universidad Cooperativa De Colombia-Medellín (6 estudiantes), Universidad De Boyacá - Uniboyaca-Tunja (6 estudiantes), Universidad De Cundinamarca-UDEC-Ubaté (8)Universidad De San Buenaventura-Bogotá • D.C. (4 estudiantes), Universidad De San Buenaventura-Medellín (3), Universidad De Santander - UDES-Bucaramanga (1 estudiantes), Universidad Del Sinai “Elias Bechara Zainum” - Unisinai-Monteria (6

estudiantes), Universidad Libre-Barranquilla (2 estudiantes), Universidad Libre-Pereira (4 estudiantes), Universidad Santo Tomas-Tunja (9 estudiantes), Universidad Surcolombiana-Neiva (3 estudiantes). Quedando la base de datos para el grupo de referencia 2016, formado por 63 instituciones cómo se presenta a continuación en la tabla 7:

N°	Universidades	Programa	Estudiantes
1	CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	24
2	CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-GIRARDOT	INGENIERIA DE SISTEMAS	40
3	FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA - FUAC--BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	22
4	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	44
5	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	12
6	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA-UNAB-BUCARAMANGA	INGENIERIA DE SISTEMAS	11
7	UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE-BARRANQUILLA	INGENIERIA DE SISTEMAS	40
8	UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	35
9	UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE-RIONEGRO	INGENIERIA DE SISTEMAS	12
10	UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA-PEREIRA	INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	15
11	UNIVERSIDAD CENTRAL-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	21
12	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	207
	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS CON ENFASIS EN TELECOMUNICACIONES	15
13	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BUCARAMANGA	INGENIERIA DE SISTEMAS	10
14	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-SANTA MARTA	INGENIERIA DE SISTEMAS CON ENFASIS EN TELECOMUNICACIONES	13
15	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA-MEDELLIN	INGENIERIA DE SISTEMAS	47
16	UNIVERSIDAD DE CALDAS-MANIZALES	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	29
17	UNIVERSIDAD DE CARTAGENA-CARTAGENA	INGENIERIA DE SISTEMAS	150
18	UNIVERSIDAD DE CORDOBA-MONTERIA	INGENIERIA DE SISTEMAS	105
19	UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC-FUSAGASUGA	INGENIERIA DE SISTEMAS	101
20	UNIVERSIDAD DE IBAGUE-IBAGUE	INGENIERIA DE SISTEMAS	39
21	UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA-FLORENCIA	INGENIERIA DE SISTEMAS	20
22	UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA-RIOHACHA	INGENIERIA DE SISTEMAS	23
23	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	65
24	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-VILLAVICENCIO	INGENIERIA DE SISTEMAS	26
25	UNIVERSIDAD DE MANIZALES-MANIZALES	INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	51
26	UNIVERSIDAD DE MEDELLIN-MEDELLIN	INGENIERIA DE SISTEMAS	22
27	UNIVERSIDAD DE NARIÑO-PASTO	INGENIERIA DE SISTEMAS	48
28	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA-PAMPLONA	INGENIERIA DE SISTEMAS	13
29	UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS	13
30	UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYAN	INGENIERIA DE SISTEMAS	38
31	UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - UNIMAGDALENA-SANTA MARTA	INGENIERIA DE SISTEMAS	63

32	UNIVERSIDAD DEL NORTE-BARRANQUILLA	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	24
33	UNIVERSIDAD DEL PACIFICO-BUENAVENTURA	INGENIERIA DE SISTEMAS	48
34	UNIVERSIDAD DEL QUINDIO-ARMENIA	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	63
35	UNIVERSIDAD DEL SINAI 'Elias Bechara Zainum' - UNISINÁI-CARTAGENA	INGENIERIA DE SISTEMAS	13
36	UNIVERSIDAD DEL TOLIMA-IBAGUE	INGENIERIA DE SISTEMAS	98
37	UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS	60
38	UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS" - BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	62
39	UNIVERSIDAD EAFIT--MEDELLIN	INGENIERIA DE SISTEMAS	41
40	UNIVERSIDAD EAN-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	22
41	UNIVERSIDAD ECCI-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	112
42	UNIVERSIDAD EL BOSQUE-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	20
43	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-CUCUTA	INGENIERIA DE SISTEMAS	42
44	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-OCAÑA	INGENIERIA DE SISTEMAS	18
45	UNIVERSIDAD ICESI-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS	12
46	UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	11
47	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-BUCARAMANGA	INGENIERIA DE SISTEMAS	49
48	UNIVERSIDAD LIBRE-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	26
49	UNIVERSIDAD LIBRE-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS	11
50	UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB--BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	27
51	UNIVERSIDAD MARIANA-PASTO	INGENIERIA DE SISTEMAS	48
52	UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	217
53	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS	77
54	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLIN	INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA	57
55	UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-TUNJA	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	66
56	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-MEDELLIN	INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA	12
57	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-AGUACHICA	INGENIERIA DE SISTEMAS	18
58	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-VALLEDUPAR	INGENIERIA DE SISTEMAS	58
59	UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI-CALI	INGENIERIA DE SISTEMAS	24
60	UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA-BOGOTÁ • D.C.	INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	28
61	UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR-BARRANQUILLA	INGENIERIA DE SISTEMAS	80
62	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR-CARTAGENA	INGENIERIA DE SISTEMAS	13
63	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - ITP-PEREIRA	INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION	66
		Total	2897

**Tabla 7.** Universidades, programas y número de estudiantes finales Saber Pro 2016. Fuente propia.

## 6. Caracterización estadística variables de Saber Pro y Saber 11.

Se va a realizar la caracterización estadística de la información relevante de las bases de datos Saber pro 2015 y 2016 cruzadas con las variables de Saber 11:

### 6.1 Ventana de tiempo entre Saber Pro Y Saber 11.

Otra revisión necesaria para garantizar la comparabilidad de los resultados de los estudiantes, es revisar el periodo entre la presentación de las dos pruebas, para los cuales se obtienen la siguiente tabla 8 y tabla 9:

Año de presentación	2006-1	2006-2	2007-1	2007-2	2008-1	2008-2	2009-1	2009-2	2010-1	2010-2	2011-1	2011-2	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	Total
Saber Pro 2015	33	198	37	214	53	317	76	458	92	588	69	86	9	10	7	5	5	2257
Saber Pro 2016	32	189	49	229	45	267	64	374	71	576	84	704	92	92	12	9	8	2897

**Tabla 8.** Tabla cruzada presentación Saber 11 y Saber Pro Fuente propia.

Ventana entre años de presentación	Ventana entre Saber 11 y Saber Pro									
<i>Distancia (años)</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<i>Estudiantes (2015)</i>	5	12	19	155	680	534	370	251	231	0
<i>Estudiantes (2016)</i>	0	8	21	184	788	647	438	312	278	221

**Tabla 9.** Tabla de frecuencias de estudiantes entre Saber Pro y Saber 11. Fuente propia.

En la ventana de tiempo se observa que hay estudiantes con espacio de un año hasta diez años entre los dos exámenes, en algunos estudios (Muñoz, 2016) se han retirado algunos estudiantes cuando salen de un tiempo determinado, se va a analizar los estadísticos descriptivos de la ventana de tiempo entre los dos exámenes que se encuentran en la tabla 10, para ver si hay comportamientos atípicos:

Medidas estadísticas	Media	Error típico	Mediana	Moda	Desviación estándar	Varianza de la muestra	Curtosis	Coficiente de asimetría	Rango	Mínimo	Máximo	Cuenta
2015	6,2	0,03	6	5	1,51	2,28	-0,33	0,22	8	1	9	2257
2016	6,53	0,03	6	5	1,74	3,02	-0,64	0,46	8	2	10	2897

**Tabla 10.** Estadísticas descriptivas de distancia entre Saber Pro y Saber 11. Fuente propia.

Se observa en la tabla 10 que la media está alrededor de los 6 años entre los dos exámenes, que los datos en ambos años son simétricos y que relajando un poco el criterio de curtosis los datos se pueden considerar aproximadamente normales.

## 6.2 Análisis base de datos Saber 2015 y su correspondiente Saber 11

Para escoger las variables para ser usadas en las estimaciones, se realizó un análisis estadístico de las variables que se encuentran en las base de datos de Saber Pro:

### 6.2.1 Estadísticos descriptivos Saber 11

Se calcularon los siguientes estadísticos en IBM SPSS de los componentes de saber 11, ver tabla 11:

	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Lenguaje	76,51	18,63	95,14	53,2086	8,75334	76,621	,530	1,162
Matemáticas	111,00	,00	111,00	56,0901	11,99405	143,857	,292	,726
Sociales	70,24	14,22	84,46	52,8528	9,30413	86,567	,151	,333
Filosofía	75,03	8,97	84,00	48,9184	9,31977	86,858	,312	,455
Biología	96,56	9,22	105,78	53,1269	9,35257	87,471	,655	1,640
Química	101,10	17,70	118,80	53,2708	9,79288	95,901	,956	2,321
Física	95,82	14,18	110,00	51,9212	9,65685	93,255	,320	,973
Inglés	93,81	23,14	116,95	53,7809	14,36361	206,313	1,145	1,252

**Tabla 11** Descripción estadística componentes Saber 11 Base de datos 2015. Fuente propia.

Los Exámenes Saber 11 entre 2006 y 2014 se miden en una escala entre 0 y 100. En la tabla 11 se observa una media aritmética de los componentes varía entre Filosofía que 48,91 puntos

y un valor máximo para matemáticas de 56.01, la desviación estándar de matemáticas y de física son más altas dándose coeficientes de variación de 21.4% y 26.7%. Frente a la asimetría, usando un criterio con una tolerancia de  $-0.5 < \text{simétrico} < 0.5$ , son simétricos: matemáticas, sociales, filosofía y física y tiene sesgo derecho: lenguaje, biología, química, uno muy fuerte de inglés. Frente a la curtosis, con una tolerancia  $-0.5 < \text{mesocúrtica} < 0.5$ , solo es mesocúrtica sociales, todo los demás son leptocúrticas. Solo sociales es aproximadamente normal, los otros no cumplen criterio de asimetría y curtosis.

### 6.2.2 Estadísticos descriptivos Saber Pro 2015

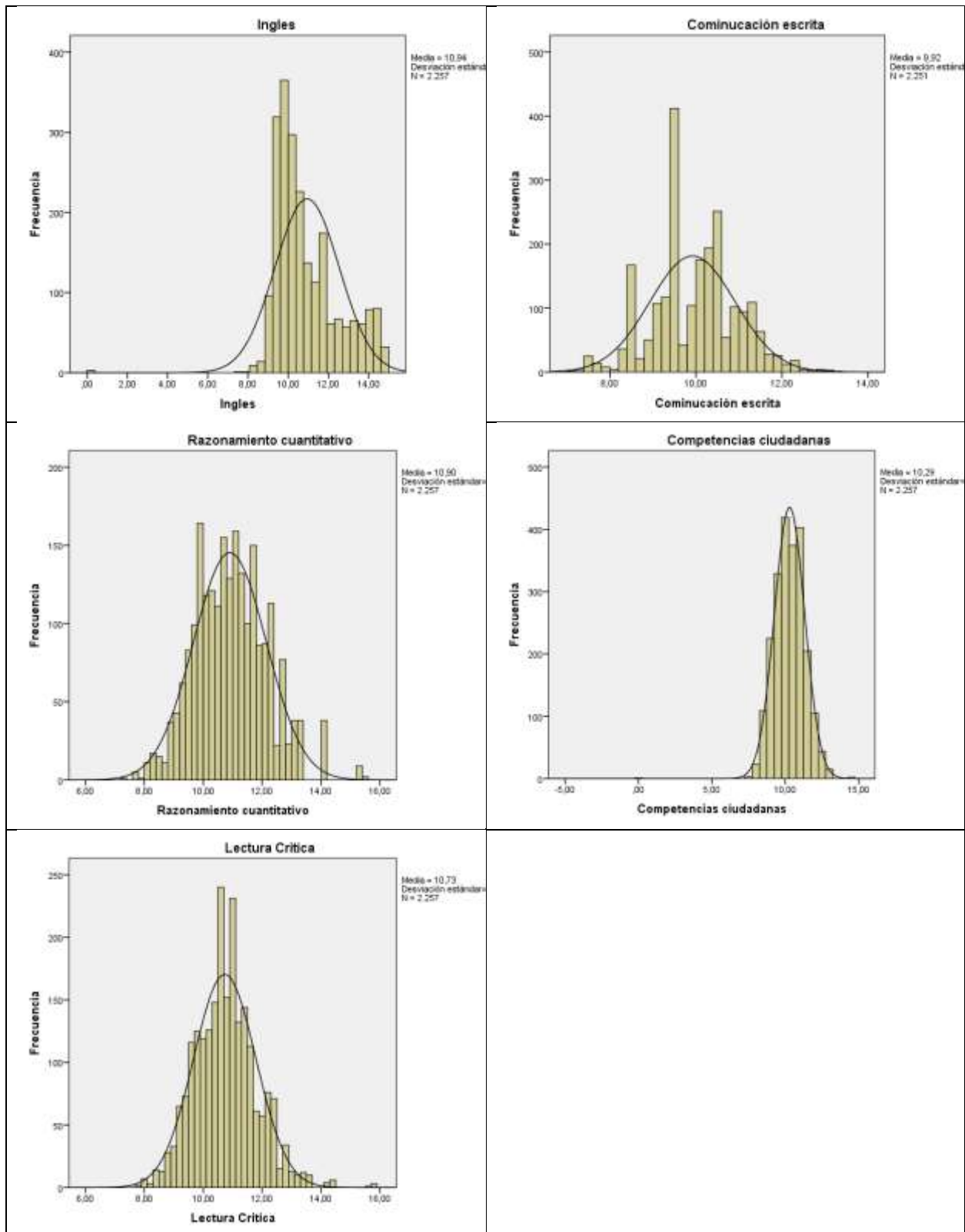
Para los puntajes Saber Pro 2015, hay que considerar que en ese sistema de calificación a la media nacional de cada componente se le asignaba 10 puntos y a cada desviación estándar se le asignaba una unidad. Se va a realizar un análisis de estadísticos descriptivos, normalidad y correlación calculada en el software de IBM SPSS (Ver tabla 12).

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Inglés	2257	14,95	0,00	14,95	10,94	1,60	2,55	0,45	2,46
Comunica escrita	2251	6,10	7,10	13,20	9,92	0,99	0,98	0,04	-0,08
Lectura crítica	2257	8,00	7,80	15,80	10,73	1,06	1,12	0,40	0,82
Razonamiento Cuantitativo	2257	8,20	7,30	15,50	10,90	1,24	1,54	0,34	0,29
Competencias ciudadanas	2257	14,40	0,00	14,40	10,29	1,03	1,07	-0,27	3,95

**Tabla 12.** Estadísticos descriptivos Saber Pro 2015. Fuente propia.

Los puntajes de las competencias para ingeniería de Sistemas están por encima de 10 puntos, están por encima de la media nacional, salvo comunicación escrita que comunicación escrita que está en 9.2. En la competencia de inglés hay dispersión de los datos con un coeficiente de variación de 14.6%. Frente a la asimetría, usando un criterio de una tolerancia de  $-0.5 \leq \text{simétrico} \leq 0.5$ , todas las componentes son simétricas, en cuanto a la curtosis son Mesocúrtica: comunicación escrita, razonamiento cuantitativo y leptocúrticas: competencias ciudadanas, inglés y lectura crítica. Comunicación escrita, razonamiento cuantitativo son simétrica y mesocúrtica por lo que son aproximadamente normales, además sus correspondientes histogramas calculados en IBM-SPSS está a continuación en la figura 1:





Gráficas 1 Histogramas competencias Saber Pro 2015. Fuente propia.

### 6.2.3 Correlaciones Saber Pro y Saber 11

Calculando correlaciones bivariadas, para ver el grado de asociación entre las parejas de variables de las pruebas estandarizadas Saber Pro y Saber 11, se calculó el coeficiente no paramétrico de Rho de Spearman y se realizó para cada componente la siguiente prueba de hipótesis de correlación bilateral donde de forma general X e Y son cualquiera de las componentes de Saber 11 y de Saber Pro:

**H<sub>0</sub>:** X e Y son mutuamente independientes.

**H<sub>1</sub>:** X e Y no son mutuamente independientes.

	Saber 11 lenguaje	Saber 11 matemáticas	Saber 11 sociales	Saber 11 física	Saber 11 Inglés	Saber PRO Inglés	Saber PRO comunicación escrita	Saber PRO lectura crítica	Saber PRO razonamiento cuantitativo	Saber PRO competencia ciudadana
Saber 11 lenguaje	1	,515**	,536**	,461**	,550**	,461**	,227**	,519**	,467**	,448**
Saber 11 matemáticas	,515**	1	,538**	,527**	,580**	,501**	,215**	,504**	,603**	,414**
Saber 11 sociales	,536**	,538**	1	,504**	,540**	,443**	,223**	,516**	,483**	,473**
Saber 11 física	,461**	,527**	,504**	1	,486**	,386**	,136**	,366**	,421**	,329**
Saber 11 Inglés	,550**	,580**	,540**	,486**	1	,686**	,230**	,520**	,497**	,437**
Saber PRO Inglés	,461**	,501**	,443**	,386**	,686**	1	,239**	,590**	,587**	,536**
Saber PRO comunicación escrita	,227**	,215**	,223**	,136**	,230**	,239**	1	,300**	,251**	,282**
Saber PRO lectura crítica	,519**	,504**	,516**	,366**	,520**	,590**	,300**	1	,677**	,694**
Saber PRO razonamiento cuantitativo	,467**	,603**	,483**	,421**	,497**	,587**	,251**	,677**	1	,593**
Saber PRO competencias ciudadanas	,448**	,414**	,473**	,329**	,437**	,536**	,282**	,694**	,593**	1

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 13** Matriz de correlaciones coeficiente Rho de Spearman componentes Saber 11 y Saber Pro 2015. Fuente propia.

A un nivel de significancia bilateral del 1% en la tabla 13 calculada en IBM-SPSS hay evidencia estadística de la correlación entre cada pareja de variables estudiadas entre las componentes de Saber Pro y sus correspondientes componentes de Saber 11, en la mayoría de los casos se tiene una correlación promedio de 0.5, la que tiene menos correlación es comunicación escrita con las demás componentes. La correlación más fuertes corresponde a inglés en las dos pruebas con un Rho de 0.686, pero eso podría decir que el nivel de inglés es muy cercano entre los dos exámenes, también hay una correlación de lectura crítica con competencias ciudadanas con un rho de 0.694.

### 6.3 Análisis base de datos Saber 2016 y su correspondiente Saber 11

Realizando los mismos análisis anteriores sobre la base de datos de 2016, pero considerando que la prueba fue calificada con una escala medida entre 0 y 300 puntos.

#### 6.3.1 Estadísticos descriptivos Saber 11

Se calcularon los estadísticos descriptivos de Saber 11, entregados con la base de datos de Saber Pro 2016, que se presentan en la siguiente tabla 14:

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Lenguaje	2897	91,00	0,00	91,00	52,79	8,91	79,46	0,23	1,26
Matemáticas	2897	125,00	0,00	125,00	55,71	12,16	147,87	0,58	1,73
Sociales	2897	85,00	7,00	92,00	51,73	9,32	87,00	0,16	0,40
Filosofía	2897	86,00	12,00	98,00	47,81	9,97	99,47	0,17	0,75
Biología	2897	112,07	10,93	123,00	52,47	9,48	90,01	0,59	1,97
Química	2897	84,96	18,08	103,04	51,73	9,36	87,74	0,90	2,09
Física	2897	92,00	0,00	92,00	51,38	9,85	97,16	0,24	0,76
Inglés	2897	116,95	0,00	116,95	51,42	13,19	174,19	1,25	2,14

**Tabla 14** Estadísticos descriptivos componentes Saber 11. Fuente propia.

Los puntajes de las pruebas en cuanto a las medias son más o menos parecidos, salvo Filosofía que está un poco por debajo en 47,8 puntos, la desviación estándar de matemáticas y de inglés son más altas dándose coeficientes de variación de 21.8% y 25.7%, que son los componentes de mayor variabilidad. Frente a la asimetría, usando un criterio de una tolerancia de  $-0.5 < \text{simétrico} < 0.5$ , son simétricos: Lenguaje, sociales, Filosofía, física y tiene sesgo derecho: matemáticas, biología, química, uno muy fuerte de inglés. Frente a la curtosis, con una tolerancia  $-0.5 < \text{mesocúrtica} < 0.5$ , solo es mesocúrtica sociales, todo los demás son leptocúrticas. Solo sociales es aproximadamente normal, los otros no cumplen criterio de asimetría y curtosis.

#### 6.3.2 Estadísticos descriptivos Saber Pro 2016

Los puntajes de las pruebas a pesar del cambio de escala en cuanto a la media, se esperaba alrededor de 150 puntos que es la media de la escala, pero para esta muestra los resultados fueron mayores como se observan en la tabla 19. En razonamiento se tiene 167.9 puntos, en inglés 161.82, donde el puntaje no es favorable es en comunicación escrita con 144.82. La desviación estándar se quedó alrededor de 30 puntos que era lo mismo propuesto por el ICFES para esta escala.

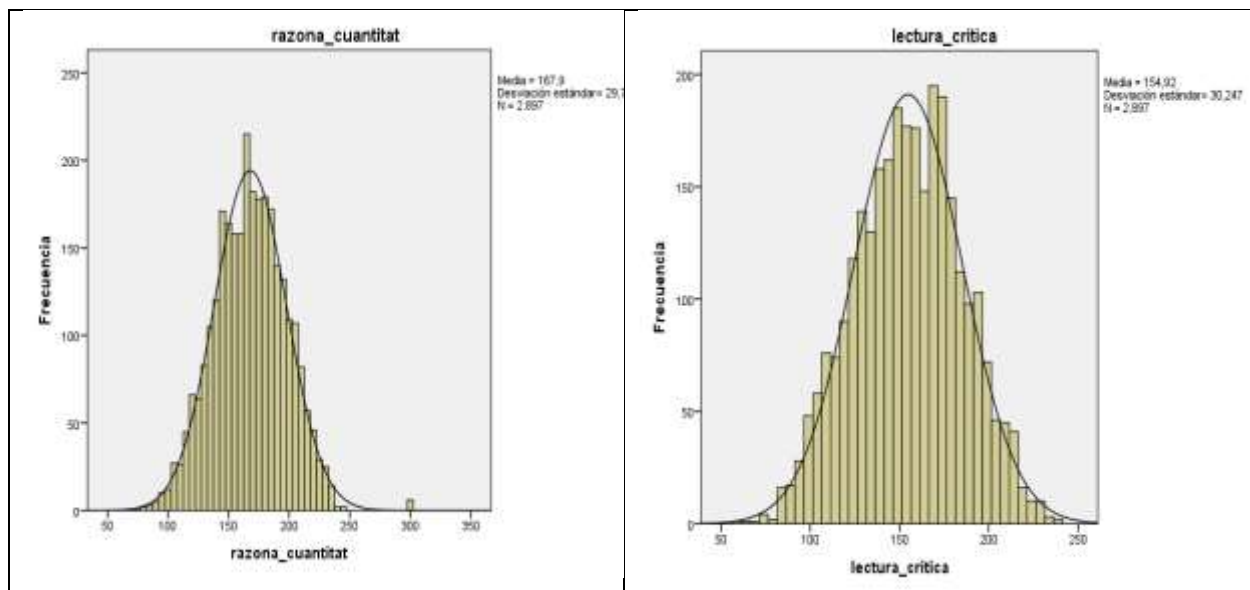
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Razonamiento cuantitativo	2897	225	75	300	167,90	29,771	886,323	0,067	0,233
Lectura crítica	2897	179	59	238	154,92	30,247	914,873	-0,062	-0,398

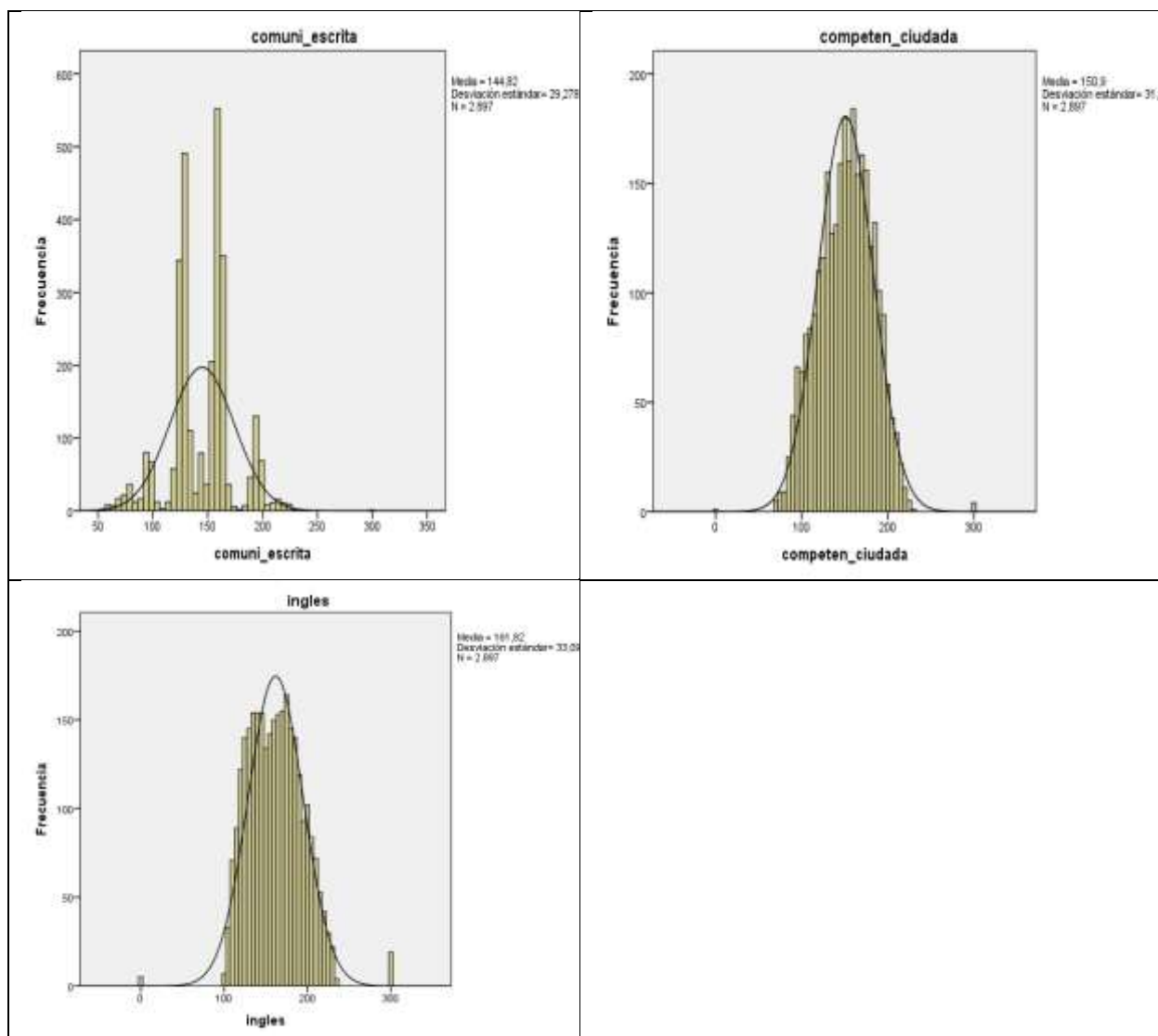
Competencias ciudadanas	2897	300	0	300	150,90	31,984	1022,981	-0,040	0,035
Inglés	2897	300	0	300	161,82	33,095	1095,259	0,360	1,528
Comunicación escrita	2897	246	54	300	144,82	29,278	857,184	-0,094	0,540

**Tabla 15** Estadísticos descriptivos componentes Saber Pro 2016. Fuente propia.

Frente a la asimetría en la tabla 15, usando un criterio de una tolerancia de  $-0.5 \leq$  simétrico  $\leq 0.5$ , todas las componentes son simétricas, en cuanto a la curtosis, son Mesocúrtica: comunicación escrita, razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica y leptocúrticas: la única es inglés, el cambio de escala entre el Saber Pro 2015 y Saber Pro 2016, al ampliar la escala favorece que todas las componentes menos la competencia de inglés sean aproximadamente normales.

En los histogramas, gráfica 2 siguiente se observa que comunicación escrita tiene un comportamiento extraño, en cuanto a su forma, las demás competencias tienen un comportamiento aproximadamente normal. Otro de los cambios en el sistema de evaluación es que para cada competencia se desarrolló un nivel de desempeño de cuatro niveles para clasificar y asignar una serie de cualidades al estudiante que queda en cada categoría.





Gráficas 2 Histogramas competencias Saber Pro 2016. Fuente propia.

### 6.3.3 Correlaciones Saber 11 y Saber Pro 2016

Considerando las correlaciones entre las componentes de saber 11 y las competencias de Saber pro 2016, se realizó para cada componente la siguiente prueba de hipótesis de correlación bilateral, donde de forma general X e Y son cualquiera de las componentes:

**H<sub>0</sub>:** X e Y son mutuamente independientes.

**H<sub>1</sub>:** X e Y no son mutuamente independientes.

	Saber Pro razonamiento cuantitativo	Saber Pro lectura crítica	Saber Pro competencias ciudadanas	Saber Pro Inglés	Saber Pro comunicación escrita	SB 11 Lenguaje	SB 11 Matemáticas	SB 11 Inglés	SB 11 sociales
Saber Pro razonamiento	1	,656**	,560**	,589**	,216**	,462**	,613**	,491**	,505**
Saber Pro lectura	,656**	1	,687**	,578**	,247**	,494**	,490**	,471**	,525**
Saber Pro competencias	,560**	,687**	1	,542**	,229**	,417**	,427**	,417**	,493**
Saber Pro Inglés	,589**	,578**	,542**	1	,248**	,438**	,515**	,652**	,451**
Saber Pro comunicación escrita	,216**	,247**	,229**	,248**	1	,172**	,190**	,216**	,212**
SB 11 Lenguaje	,462**	,494**	,417**	,438**	,172**	1	,518**	,509**	,545**
SB 11 Matemáticas	,613**	,490**	,427**	,515**	,190**	,518**	1	,546**	,533**
SB 11 Inglés	,491**	,471**	,417**	,652**	,216**	,509**	,546**	1	,492**
SB 11 sociales	,505**	,525**	,493**	,451**	,212**	,545**	,533**	,492**	1

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 16.** Matriz de correlaciones coeficiente Rho de Spearman componentes Saber 11 y Saber Pro 2016. Fuente propia.

A un nivel de significancia del 1% como se observa en la tabla 16, hay evidencia estadística de la correlación entre cada pareja de variables relacionadas entre las componentes de Saber Pro y sus correspondientes componentes de Saber 11. En esta correlación al igual que en 2015 se observa una correlación fuerte en la competencia de inglés en las dos pruebas un Rho de 0.652 y comunicación escrita es la que tiene menor relación. En general el comportamiento de la base de datos 2015 y 2016 a pesar del cambio de escala son muy parecidos.

#### 6.4 Análisis de variables de las Universidades 2015

Se va a estudiar las variables entregadas en la base de datos de Saber Pro Saber 2015, con respecto a las Universidades, iniciando con respecto a la metodología de enseñanza de cada institución que se resumen en la siguiente tabla 17:

Metodología	Frecuencia	Porcentaje
A DISTANCIA (VIRTUAL)	5	0,2
DISTANCIA (TRADICIONAL)	501	21,2

PRESENCIAL	1857	78,6
Total	2363	100

**Tabla 17.** Frecuencia por método de estudio Saber Pro 2015. Fuente propia.

La metodología predominante en el grupo de referencia es presencial con un 78.6 %, educación a distancia tradicional 21,2 %, la educación virtual no es significativa ya que solo se presentaron 5 estudiantes en 2015. Esta variable debe ser tomada en cuenta por la relación con las estrategias diferentes para cada una de ellas, lo que afecta el proceso de aprendizaje del estudiante. Esta variable se va a transformar en una variable categórica 1 para el método presencial y 0 para la educación a distancia.

Otra variable en las características de las universidades que tiene bastante influencia es el origen de los fondos de funcionamiento, que se resume en las tablas 18, en la tabla 19 y tabla 20.

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
NO OFICIAL - CORPORACION	567	24
NO OFICIAL - FUNDACION	352	14,9
OFICIAL DEPARTAMENTAL	696	29,5
OFICIAL MUNICIPAL	98	4,1
OFICIAL NACIONAL	650	27,5
Total	2363	100

**Tabla 18.** Frecuencia por tipo y origen del presupuesto. Fuente propia.

Financiación general	Frecuencia	Frecuencia relativa
No oficial	919	38,9%
Oficial	1444	61,1%
	2363	100%

**Tabla 19.** Frecuencia por origen de presupuesto de financiación. Fuente propia.

En la tabla 19 se observa que las instituciones privadas (No oficiales) presentaron en 2015 un 38.9% de los estudiantes, dentro de ellos aparece una separación entre fundaciones y corporaciones que es una diferencia de tipo fiscal, las fundaciones en principio son sin ánimo de lucro, mientras que las corporaciones deben producir ganancias como una empresa privada. En cuanto a las Universidades Oficiales se tienen una participación del 61.1%, sus presupuestos de funcionamiento dependen del dinero del gobierno, pero hay diferencias presupuestal debido a la capacidad económica del ente estatal al que pertenecen. En la tabla 20 se muestra la tabla de

contingencia de la metodología por el tipo de Universidad. Esta variable se va a transformar en 1 para las instituciones No oficiales o privadas y 0 para las instituciones oficiales o públicas.

		Origen de los fondos de funcionamiento					Total
		NO OFICIAL - CORPORACION	NO OFICIAL - FUNDACION	OFICIAL DEPARTAMENTAL	OFICIAL MUNICIPAL	OFICIAL NACIONAL	
Método	A DISTANCIA (VIRTUAL)	0	0	5	0	0	5
	DISTANCIA	6	5	241	0	249	501
	PRESENCIAL	561	347	450	98	401	1857
Total		567	352	696	98	650	2363

**Tabla 20.** Tabla cruzada entre el método y el origen de funcionamiento Saber Pro 2015. Fuente propia.

En ingeniería de sistemas la modalidad preferida es la presencial como se observa en la tabla 20, en el sector privado con una participación del 98.0 %, mientras que en el sector público es de 65.7 %. La modalidad de distancia tradicional 2% y 33.6 % respectivamente. La educación a distancia virtual es menor al 0.2 %.

### 6.5 Análisis de variables de las Universidades 2016

Se va a estudiar el mismo análisis sobre las universidades pero ahora a las variables entregadas en la base de datos de Saber Pro 2016, para las cuales permiten calcular las siguientes tabla 21, tabla 22, tabla 23 y tabla 24:

	Frecuencia	Porcentaje
DISTANCIA	534	18,4
DISTANCIA VIRTUAL	5	0,2
PRESENCIAL	2358	81,4
Total	2897	100

**Tabla 21.** Metodología de estudio en Saber Pro 2016. Fuente propia.

La modalidad predominante en el grupo de referencia es presencial con un 81.4 %, distancia 18,4 % como se observa en la tabla 21, virtual todavía no tiene una representación significativa ya que solo cubre el 0.2%, en este estudio no se va a considerar, pero a futuro es necesario considerarla por las tendencias del mercado se espera que siga creciendo. Esta variable



debe ser considerada en el estudio, porque implica estrategias y metodologías muy diferentes en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Ahora se va a estudiar la variable tipo de universidad, que por la naturaleza de los presupuestos y de la relación con en el estado se tiene: instituciones pública y privada, cada uno de ellos implica modelos educativos particulares, como: tipo de contrato de los profesores, procesos de selección de estudiantes muy diferentes, entre otros. En el caso de los estudiantes de ingeniería de sistemas en 2016, las instituciones privadas presentaron un 42.6% y las públicas un 57.4% como observamos en la tabla 22.

Financiación general	frecuencia	Frecuencia acumulada
No oficial	1235	42,6%
Oficial	1662	57,4%
	2897	100,0%

**Tabla 22.** Frecuencia por tipo de presupuesto general Saber Pro 2016. Fuente propia.

En cuanto a las Universidades Oficiales, por sus presupuestos de funcionamiento, que tienen origen en distintos niveles del presupuesto del estado, se identifican diferencias en la capacidad presupuestal de la institución, por lo que al mismo nivel Oficial hay muchos comportamientos diferentes. La distribución de frecuencias se observa en la tabla 23. Por ejemplo indagando con profesores de la Universidad Distrital de Bogotá, indican que solo el 30% de su nómina son profesores de planta, el 5 % son ocasionales con contrato anual, el resto de profesores son cátedra. En el mismo sentido se tiene que la Universidad Nacional de Colombia toma sus ingresos directamente del presupuesto de la nación, por la que una sola de sus facultades pequeñas, puede tener más fondos que la mayoría de Universidades privadas de Bogotá.

Tipo de Universidad	Frecuencia	Porcentaje
NO OFICIAL - CORPORACION	799	27,6
NO OFICIAL - FUNDACION	436	15,1
OFICIAL DEPARTAMENTAL	775	26,8
OFICIAL MUNICIPAL	62	2,1
OFICIAL NACIONAL	825	28,5
Total	2897	100

**Tabla 23.** Frecuencia por tipo de presupuesto discriminada Saber Pro 2016. Fuente propia.

En la tabla 23 se observa que las universidades oficiales departamentales son el 26.8% y las de oficiales nacionales 28.5%, están casi en el misma cantidad de estudiantes, pero como no se puede capturar directamente el efecto de las diferencias por el presupuesto.

		Origen de los fondos de funcionamiento					Total
		NO OFICIAL - CORPORACION	NO OFICIAL - FUNDACION	OFICIAL DEPARTAMENTAL	OFICIAL MUNICIPAL	OFICIAL NACIONAL	
Método	DISTANCIA	0	0	212	0	322	534
	DISTANCIA VIRTUAL	2	0	3	0	0	5
	PRESENCIAL	797	436	560	62	503	2358
Total		799	436	775	62	825	2897

**Tabla 24.** Tabla cruzada entre el método y el origen de funcionamiento Saber Pro 2016. Fuente propia.

En ingeniería de sistemas la modalidad preferida es la presencial, en el sector privado con 99.8 % mientras que en el sector público es presencial de 67.6 % y educación a distancia tradicional es de 32.1 % como se observa en la tabla 28. Para este estudio solo se va a considerar como una variable el tipo de universidad como variable cualitativa Privado con el valor de 1 y público con el valor 0.

Otra variable que se va a estudiar es el valor de la matrícula que pagan los estudiantes a las instituciones donde estudian, que se resume en la siguiente tabla 25.

		Origen de Fondos		
		No oficial	Oficial	Totales
Valor de la matrícula	NO PAGA MATRÍCULA	1	14	15
	MENOS DE 500 MIL	4	670	674
	ENTRE 500 MIL Y MENOS DE 1 MILLÓN	13	598	611
	ENTRE UN MILLÓN Y MENOS DE 2.5 MILLONES	245	369	614
	ENTRE 2.5 MILLONES Y MENOS DE 4 MILLONES	550	9	559
	ENTRE 4 MILLONES Y MENOS DE 5.5 MILLONES	195	1	196

	ENTRE 5.5 MILLONES Y MENOS DE 7 MILLONES	107	0	107
	MÁS DE 7 MILLONES	120	0	120
	Totales	1235	1661	2896

**Tabla 25.** Tabla cruzada entre el método y el origen de funcionamiento Saber Pro 2016. Fuente propia.

En las instituciones públicas se paga un menor valor frente a las instituciones privadas, se observa en las privadas sesgo a la izquierda y en el público sesgo a la derecha, como se observa en la tabla 25. En las universidades públicas la matrícula es económica o simbólica debido a que lo grueso de su presupuesto tiene origen directamente en el estado, contrario a las universidades privadas donde las matrículas son el músculo financiero para su financiamiento. Esta variable se va a transformar en una variable numérica, usando para ello el valor de la marca de clase, buscando capturar mejor el efecto de la matrícula.

## 6.6 Variables referentes a los estudiantes en Saber Pro 2015

Con respecto a los estudiantes se van a analizar las variables género, edad, hora de trabajo, semestre que cursa al presentar el examen, nivel de estudio de los padres, cuyas estadísticas descriptivas se presentan a Continuación:

### Género:

En la base de datos de 2015 los estudiantes son mujeres el 22.9 % y hombres el 77.1%, como se observa en la tabla 26, en la cual además se revisan los puntajes en la competencia de razonamiento cuantitativo de Saber Pro 2015, recordando que en ese año el sistema de calificación tiene media en 10 y desviación estándar de una unidad, se tiene entre los puntajes de hombres y mujeres una diferencia en los puntajes de la competencia de 0.7 desviaciones estándar entre ellos. La variable género se va tener en cuenta para el modelo, convirtiéndolo en una variable cualitativa con 1 hombre y 0 mujer.

Género	N	Porcentaje	Puntaje en razonamiento cuantitativo
F	517	22,9%	10.36
M	1739	77,1%	11.06
	2256	100%	

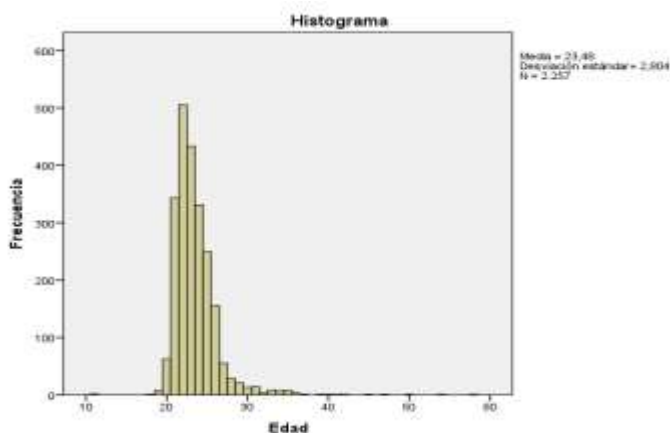
**Tabla 26.** Género Saber Pro 2015. Fuente propia.

### La edad:

La media de edad para hombres es de 23.4 años y para mujeres es de 23.5 años como se observa en la tabla 27 y en la gráfica 3. Los datos no son simétricos y se observa una mayor densidad entre los 20 y los 32 años. En la tabla 31 en el valor mínimo hay dos datos atípico de 2 estudiantes que se reportan con 11 años de edad, puede ser un error o niños superdotados, también hay un comportamiento de 1 estudiante en cada una de las siguientes edades 37, 39, 40, 41, 42, 45, 47, 50, 54 y 58.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Edad	2257	47	11	58	23,48	2,804	7,864	3,511	27,456

**Tabla 27.** Estadísticos descriptivos variable edad Saber Pro 2015. Fuente propia.



**Gráficas 3** Histogramas edad Saber Pro 2016 en IBM-SPSS. Fuente propia.

### Trabajo:

En la base de datos de 2015 se considera si el estudiante dedica parte de su tiempo semanal a realizar una actividad laboral, distribución de horas que se observa en la tabla 28, se observa que el 45.9 % solo estudian y el 54.1 % a la hora de presentar el examen trabajan y de ellos el 40 % trabajan más de medio tiempo (>20 horas semanales). Esta variable se va a tomar dentro de este estudio porque ella fomenta el desarrollo de las competencias genéricas del estudiante.

Horas de trabajo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total	Perdido en el Sistema	Totales
Frecuencia	5	2	23	3	20	3	61	16	43	1	35	2	17	29	24	1	22	8	906	1221	1036	2257
Porcentaje	0,2	0,1	1	0,1	0,9	0,1	2,7	0,7	1,9	0	1,6	0,1	0,8	1,3	1,1	0	1	0,4	40	54,1	45,9	100
Porcentaje acumulado	0,4	0,6	2,5	2,7	4,3	4,6	9,6	11	14	15	17	18	19	21	23	23	25	26	100			

**Tabla 28.** Frecuencia de horas de trabajo Saber Pro 2015. Fuente propia.

Frente a la medición de la variable trabajo entregada por el ICFES en 2015 podría hacerse un cuestionamientos, ya que la mayoría de personas que estudian en la jornada nocturna, trabajan 40 a 48 horas semanales que es lo que permite la ley laboral Colombiana y está medición sólo consideraba hasta 20 horas, fue pensada para un trabajo parcial y no un trabajo completo, que es el que se realiza por los estudiantes de universidades privadas.

### **Nivel de estudio de los padres del estudiante:**

Una variable que se reporta ampliamente en la literatura, es el sello que imprime el nivel de estudios de los padres en sus hijos, la distribución de años de estudio se observa en la siguiente tabla 29:

Educación Años	0	9	10	11	12	13	14	15	16	17	99	Total	Perdidos	Total
del padre	64	293	207	278	535	62	204	90	351	171		2255	2	2257
Porcentaje del padre	2,8%	13,0%	9,2%	12,3%	23,7%	2,7%	9,0%	4,0%	15,6%	7,6%		99,9%	0,1%	100,0%
de la madre	15	229	201	326	600	67	271	61	320	158	7	2255	2	2257
Porcentaje de la madre	0,7%	10,1%	8,9%	14,4%	26,6%	3,0%	12,0%	2,7%	14,2%	7,0%	0,3%	99,9%	0,1%	100,0%

**Tabla 29.** Frecuencia de años de estudio Padre y Madre Ingeniería de Sistemas Saber Pro 2015. Fuente propia.

Lo primero que se observa en la tabla 29 es que en las madres aparece 99 años de estudio con una frecuencia de 7, lo cual puede ser un error de codificación, estos registros deben ser retirados. La escala presentada por el ICFES tiene un máximo de 17 años, que podría ser una persona que estudio 11 años de colegio, 5 de un pregrado y uno de especialización, pero la escala debería ser más extensa e ir hasta a 18 años para maestría y a 21 años para doctorado. En cuanto a profesionales que deben ser en promedio más de 16 años de estudio, y sumando los porcentajes de la tabla 29 se tiene porcentajes de profesionales del 23,4% en los padres y de 21.2% en las madres. El porcentaje de padres sin estudio es muy pequeño en hombre del 2.8%, en mujeres menos del 1%. Considerando el criterio de más de 12 años, el 62.6 % de los padres y el 65.5% de las madres tiene por lo menos un año de educación superior. Ahora es necesario estudiar la correlación de los niveles educativos de los padres:

**H<sub>0</sub>:** El nivel de estudio del padre y de la madre son mutuamente independientes.

**H<sub>1</sub>:** El nivel de estudio del padre y de la madre no son mutuamente independientes.

	Educación padre	Educación madre
Saber PRO educación padre	1	,592**
Saber PRO educación madre	,592**	1

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 30.** Rho de Spearman educación de los padres en Saber Pro 2015. Fuente propia.

A un nivel de significancia del 1% como se observa en la tabla 30, hay evidencia estadística de la correlación entre el nivel de educación de los padres. Sobre la incidencia de nivel de estudio de los padres, tenemos una correlación en esta muestra de 0.592, entre el nivel de estudio de los padres. En los estudios de valor agregado en educación superior en Colombia y en Bogotá (Muñoz, 2016) y (Rodríguez, 2015) se usaron como variables a nivel de estudios de sus padres. Por lo que en este estudio también se va a considerar el nivel de estudio de los padres.

#### **El estrato socioeconómico:**

En Colombia el estrato socio económico permite segmentar la población para el pago de los servicios públicos, pero esta medida considera los inmuebles residenciales y la capacidad económica de las familias, en la base de datos la distribución de los estratos de los alumnos está dada en la tabla 31:

Estrato	1	2	3	4	5	6	8	Total
Frecuencia	395	803	740	213	69	30	7	2257
Porcentaje	18	36	33	9,4	3,1	1,3	0,3	100

**Tabla 31.** Estrato de los estudiantes Saber Pro 2015. Fuente propia.

Con respecto al estrato de los estudiantes de ingeniería de Sistemas, se tiene que más del 95.3 de los estudiantes son de estratos socioeconómicos bajo y medio (1-4), para los estratos altos (5-8) se tiene el 4.7%, aunque según la división del Estado Colombiano no hay estrato 8, por lo que este puede ser un error y esos registros se van a retirar del estudio. Esta variable se va a considerar dentro del estudio sin ninguna transformación.

## **6.7 Variables referentes a los estudiantes en Saber Pro 2016**

Con respecto a los estudiantes se van a analizar las variables género, edad, hora de trabajo, semestre que cursa al presentar el examen, nivel de estudio de los padres, cuyas estadísticas descriptivas se presentan a Continuación:

### Género:

En la base de datos de 2016 los estudiantes son mujeres el 22.0 % y hombres el 78.0%, como se observa en la tabla 32. En este estudio la variable se va a transformar en 1 para hombres y 0 para mujeres.

Género	Frecuencia	Porcentaje
F	637	22,0
M	2260	78,0
Total	2897	100,0

**Tabla 32.** Frecuencia Género Saber Pro 2016. Fuente propia.

### Edad:

La media de edad es de 23.77 años como se observa en la tabla 33. Los datos no son simétricos. En la tabla 33 en el valor mínimo hay dos datos atípicos de 2 estudiantes que se reportan con 0 años de edad, puede ser un error, estos registros serán retirados del estudio.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
Edad	2897	60	0	60	23,77	2,994	8,965	2,868	21,221

**Tabla 33.** Estadísticos descriptivos edad Saber Pro 2016. Fuente propia.

### Trabajo:

En la base de datos de 2016 la variable trabajo se organiza ya no en horas como en 2015 sino en 5 clases, la distribución de horas que se observa en la tabla 34, se observa que el 31.7 % solo estudian y el 68.3 % a la hora de presentar el examen trabajan y de ellos el 43.5 % trabajan más de medio tiempo (>20 horas semanales). Esta variable se va a tomar dentro de este estudio porque ella fomenta el desarrollo de las competencias genéricas del estudiante.

Horas de trabajo	0	MENOS DE 10	ENTRE 11 Y 20	ENTRE 21 Y 30	MAS DE 30	Total
Frecuencia	917	345	377	257	1001	2897
Porcentaje	31,7	11,9	13	8,9	34,6	100

**Tabla 34.** Frecuencia de horas de trabajo en Saber Pro 2016. Fuente propia.

### Nivel de estudio de los padres del estudiante:

A la variable nivel de educación del padre y de la educación de la madre, también el ICFES le realizó cambios, en 2015 está por años llegando hasta 17 años de estudio, en este caso se cambió a una variable cualitativa de 11 clases, que se observan en la tabla 35, que cubre bien el espectro de posibilidades hasta el grado universitario, pero no considera posgrados los cuales podrían afectar positivamente los futuros estudios de posgrado de sus hijos.

Estudio	Educación madre			Educación padre		
	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
NO SABE	10	0,3%	0,3%	98	3,4%	3,4%
NINGUNO	24	0,8%	1,2%	58	2,0%	5,4%
PRIMARIA INCOMPLETA	298	10,3%	11,5%	390	13,5%	18,8%
PRIMARIA COMPLETA	249	8,6%	20,1%	293	10,1%	29,0%
SECUNDARIA(BACHILLERATO) INCOMPLETA	382	13,2%	33,2%	313	10,8%	39,8%
SECUNDARIA(BACHILLERATO) COMPLETA	786	27,1%	60,4%	688	23,7%	63,5%
EDUCACION TECNICA O TECNOLÓGICA INCOMPLETA	76	2,6%	63,0%	51	1,8%	65,3%
EDUCACION TECNICA O TECNOLÓGICA COMPLETA	402	13,9%	76,9%	272	9,4%	74,7%
EDUCACIÓN PROFESIONAL INCOMPLETA	77	2,7%	79,5%	107	3,7%	78,4%
EDUCACION PROFESIONAL COMPLETA	412	14,2%	93,8	440	15,2%	93,5%
POSTGRADO	181	6,2%	100,0%	187	6,5%	100,0%
Total	2897	100,0%		2897	100,0%	

**Tabla 35.** Frecuencia de educación de los padres Saber Pro 2016. Fuente propia.

De los datos en la tabla 35 que se pueden resaltar que para el padre el, 10.1% tienen terminada la primaria, el 23.7% son bachilleres y el 15.2% son profesionales. En el mismo sentido para la madre: el 20.1% terminaron la primaria, el 27.1% son bachilleres y el 14.2% son profesionales. Para poder usar esta variable se va a transformar a un valor numérico usando la marca de clase.



### El estrato socioeconómico:

En esta variable el ICFES hizo cambios con respecto al año 2015, agrego la clase de estrato 0, en la base de datos la distribución de los estratos de los alumnos está dada en la tabla 36:

	ESTRATO 0	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	Total
Frecuencia	9	551	1047	918	249	85	38	2897
Porcentaje	0,30%	19,00%	36,10%	31,70%	8,60%	2,90%	1,30%	100

Tabla 36. Frecuencia de estrato de Saber Pro 2016. Fuente propia.

Observando la tabla 36 el estrato 0 es poco significativo con un 0.3% entre el estrato 2 y 3 esta 67.8 % de los estudiantes de los estudiantes de sistemas, para los estratos altos (5-6) solo se tiene el 4.2%,

### 6.8 Escogencia de las variables para el modelo de Valor agregado 2016

A partir de la caracterización estadística, se escogieron las siguientes variables para ser usadas en el ajuste de los modelos lineal jerárquico de dos niveles:

#### Variable dependiente:

- **Puntaje en la competencia genérica del examen Saber Pro.** Puntaje en la competencia genérica, para medir el nivel de salida al terminar el pregrado.

#### Variables independientes candidatas primer nivel:

Las variables que se pueden tomar de la base de datos y que están relacionadas con el desarrollo de las competencias del estudiante son:

- **Puntaje en competencia genérica en saber 11.** Permite nivel con que ingresa el estudiante a la Universidad.
- **Edad.** porque ella está asociada a los distintos aprendizajes y experiencias que se adquieren en la vida cotidiana.
- **Nivel educativo de la madre y del padre.** El nivel educativo de los padres a nivel de colegio son un incentivo para que el estudiante tenga buen desempeño, acá se va a considerar: ¿si ese sello continua a la universidad?.

- **Horas de trabajo.** El trabajo aporta experiencia, es una aplicación de las competencias y conocimiento adquirido en la universidad
- **Estrato socio económico.** El estrato socioeconómico reúne una buena cantidad de información del contexto familiar en el que se desenvuelve el estudiante y su familia.
- **Género.** El género de los estudiantes tiene que ver en habilidades cognitivas y académicas.

### **Variables independientes candidatas nivel 2**

Las variables que se pueden tomar de la base de datos y que están relacionadas con el contexto de la universidad son:

- **Tipo de Universidad:** Instituciones oficiales o privadas por su presupuesto y políticas internas genera diferentes contextos al interior de cada universidad.
- **Metodología de estudio:** La metodologías presencial o a distancia tradicional, llevan a que las estrategias y metodologías de enseñanza y de aprendizaje del estudiante sean completamente diferentes.
- **Valor de la matrícula.** El valor de la matrícula se presenta cómo la fuente del ingreso para el funcionamiento de las Universidades, que va afectar en: pago de profesores, el nivel de estudiantes que reciben, infraestructura, calidad de los programas de bienestar y de apoyo académico, entre otros.

## 7. Ajuste de modelos de valor agregado

Para resolver el problema de este estudio, se utilizó un modelo jerárquico de dos niveles, que al reemplazar uno en el otro dieron como resultados una ecuación lineal mixta (con efectos fijos y de efectos aleatorios), cuyos parámetros serán estimados por máxima verosimilitud, en el entorno del programa IBM SPSS 24.

Las variables propuestas para cada una de las competencias genéricas para el año 2016, se resumen en la siguiente tabla 37:

VARIABLES PRIMER NIVEL	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	VARIABLES DEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Puntaje en competencia genérica en saber 11.</b> (Cuantitativa, real)</li> <li>• <b>Edad.</b> (Cuantitativa, entero)</li> <li>• <b>Nivel educativo de la madre y del padre.</b> (Cuantitativa, entero).</li> <li>• <b>Horas de trabajo,</b> (Cuantitativa, entero)</li> <li>• <b>Estrato socio económico.</b> (Cualitativa, 0 a 6)</li> <li>• <b>Género</b> (Cualitativa, 1= Hombre, 0= Mujer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de Universidad:</b> Oficial o pública. (Cualitativa, 1= privada, 0= Oficial)</li> <li>• <b>Metodología de estudio:</b> presencial, a distancia tradicional (Cualitativa, 1= presencial, 0= distancia)</li> <li>• <b>Valor de la matrícula.</b> (Cuantitativa, entero)</li> </ul>	<p><b>Puntaje en la competencia genérica del examen Saber Pro.</b> (Cuantitativa, real)</p>

**Tabla 37.** Descripción de variables escogidas para el modelo de Saber Pro 2016. Fuente propia.

Del marco teórico del capítulo 4 se tienen las ecuaciones (10), (11), (12), (17) y con las variables escogidas, la ecuación general del modelo está dado por:

### Modelo general

#### Nivel 1:

$$SaberPro_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}Saber\ 11_{ij} + \beta_{2j}Edad_{ij} + \beta_{3j}Estrato_{ij} + \beta_{4j}trabajo_{ij} + \beta_{5j}madre_{ij} + e_{ij} \quad (25)$$

Donde:

$Saber\ Pro_{ij}$  = puntaje del estudiante i de la Universidad j en una competencia genérica

$\beta_{0j}$  = intercepto de la universidad j.

$\beta_{kj}$  = coeficiente aleatorio de la variable k del estudiante en la universidad j con k=1,2,...,5.

$e_{ij}$  = residuos aleatorio.

#### Nivel 2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Privada_j + \gamma_{02}Metodologia_j + \gamma_{03}Matricula_j + u_{0j} \quad (26)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}Privada_j + \gamma_{12}Metodologia_j + \gamma_{13}Matricula_j + u_{1j} \quad (27)$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}Privada_j + \gamma_{22}Metodologia_j + \gamma_{23}Matricula_j + u_{2j} \quad (28)$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31}Privada_j + \gamma_{32}Metodologia_j + \gamma_{33}Matricula_j + u_{3j} \quad (29)$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + \gamma_{41}Privada_j + \gamma_{42}Metodologia_j + \gamma_{43}Matricula_j + u_{4j} \quad (30)$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50} + \gamma_{51}Privada_j + \gamma_{52}Metodologia_j + \gamma_{53}Matricula_j + u_{5j} \quad (31)$$

Donde:

$\beta_{0j}$  = intercepto de la universidad j

$u_{0j}$  = residuos entorno del rendimiento de la universidad j

$\gamma_{00}$  = media general de toda la muestra

$\gamma_{kj}$  = coeficiente fijo de la variable de contexto k en la universidad j con k=1,2,...,5

$u_{kj}$  = residuos aleatorios.

Combinando las ecuaciones (25) y los coeficientes aleatorios (26), (27), (28), (29), (30), (31) obtenemos un modelo general mixto dado por:

$$\begin{aligned}
\mathbf{SaberPro}_{ij} = & (\gamma_{00} + \gamma_{01}Privada_j + \gamma_{02}Metodologia_j + \gamma_{03}Matricula_j + u_{0j}) + \\
& (\gamma_{10} + \gamma_{11}Privada_j + \gamma_{12}Metodologia_j + \gamma_{13}Matricula_j + u_{1j})Saber\ 11_{ij} + \\
& (\gamma_{20} + \gamma_{21}Privada_j + \gamma_{22}Metodologia_j + \gamma_{23}Matricula_j + u_{2j})Edad_{ij} + (\gamma_{30} + \\
& \gamma_{31}Privada_j + \gamma_{32}Metodologia_j + \gamma_{33}Matricula_j + u_{3j})Estrato_{ij} + (\gamma_{40} + \\
& \gamma_{41}Privada_j + \gamma_{42}Metodologia_j + \gamma_{43}Matricula_j + u_{4j})trabajo_{ij} + (\gamma_{50} + \\
& \gamma_{51}Privada_j + \gamma_{52}Metodologia_j + \gamma_{53}Matricula_j + u_{5j})madre_{ij} + e_{ij} \quad (32)
\end{aligned}$$

Organizando los términos, separando efectos fijos de la parte aleatoria

$$\begin{aligned}
\mathbf{SaberPro}_{ij} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}Privada_j + \gamma_{02}Metodologia_j + \gamma_{03}Matricula_j + \\
& \gamma_{10}Saber\ 11_{ij} + \gamma_{20}Edad_{ij} + \gamma_{30}Estrato_{ij} + \gamma_{40}trabajo_{ij} + \gamma_{50}madre_{ij} + \\
& \gamma_{11}Privada_jSaber\ 11_{ij} + \gamma_{12}Metodologia_jSaber\ 11_{ij} + \gamma_{13}Matricula_jSaber\ 11_{ij} + \\
& \gamma_{21}Privada_jEdad_{ij} + \gamma_{22}Metodologia_jEdad_{ij} + \gamma_{23}Matricula_jEdad_{ij} + \\
& \gamma_{31}Privada_jEstrato_{ij} + \gamma_{32}Metodologia_jEstrato_{ij} + \gamma_{33}Matricula_jEstrato_{ij} + \\
& \gamma_{41}Privada_jtrabajo_{ij} + \gamma_{42}Metodologia_jtrabajo_{ij} + \gamma_{43}Matricula_jtrabajo_{ij} + \\
& \gamma_{51}Privada_jmadre_{ij} + \gamma_{52}Metodologia_jmadre_{ij} + \gamma_{53}Matricula_jmadre_{ij} + (e_{ij} + \\
& u_{0j} + u_{1j}Saber\ 11_{ij} + u_{2j}Edad_{ij} + u_{3j}Estrato_{ij} + u_{4j}trabajo_{ij} + \\
& u_{5j}madre_{ij}).. (33)
\end{aligned}$$

En la ecuación 33 lo que está en paréntesis son términos aleatorios y lo que está afuera del paréntesis son efectos fijos.

### El modelo Nulo

Considerando la ecuación (33) pero tomando toda las variables como cero se obtienen la ecuación (34)

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + e_{ij} \quad (34)$$

Dónde:

$\gamma_{00}$  = media general de toda la muestra

$u_{0j}$  = residuos entorno del rendimiento de la universidad j

$e_{ij}$ = error aleatorio.

El modelo general ecuación (33) y el modelo nulo ecuación (34) se aplicó a cada una de las competencias genéricas estudiadas.

## 7.1 Modelos competencias genéricas 2016

Se va analizar las competencias genéricas de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, ingles competencias ciudadanas para la base de datos de Saber Pro 2016 cruzado con Saber 11.

### 7.1.1 Competencia de razonamiento cuantitativo 2016

#### 7.1.1.1 Modelo Nulo

Se realizó la prueba de hipótesis para el modelo nulo, correspondiente a la competencia de razonamiento cuantitativo 2016.

**H<sub>0</sub>**: El factor Universidad es nulo en el rendimiento del estudiante en Saber Pro.

**H<sub>1</sub>**: El factor Universidad afecta el rendimiento del estudiante en Saber Pro.

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	64,497	7893,482	,000
a. Variable dependiente: Razonamiento cuantitativo.				

**Tabla 38.** Salida de SPSS prueba de efectos fijos modelo nulo. Fuente propia.

A un nivel de significancia del 5%, con un Pvalor=0.000 en la tabla 38, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que estadísticamente se puede considerar que el factor Universidad (el contexto y las variables internas de la institución), si afectan el puntaje del estudiante en la competencia genérica de razonamiento cuantitativo de examen saber Pro 2016.

#### 7.1.1.2 Análisis de las variables de efecto aleatorio

Para este ejercicio, se realizó un análisis sistemático para la estimación de los parámetros de covarianzas, para lo cual se configuraron en primer lugar las variables de efectos fijos y luego se estimó la parte aleatoria del modelo general (ecuación 33).

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.
Residuo		475,695097	12,696047	37,468	0,000
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Edad [sujeto = Universidad]	Varianza	0,108689	0,026203	4,148	0,000
Estrato [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Educacionmadre [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Género [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Matematicas [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
trabajo [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
matrícula [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Metodologia [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
Privado [sujeto = Universidad]	Varianza	,000000 <sup>b</sup>	0,000000		
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo 2016.					
b. Este parámetro de covarianza es redundante.					
El estadístico de prueba y el intervalo de confianza no se pueden calcular.					

**Tabla 39** Salida de SPSS inicial para evaluar la estimación de parámetros de covarianza para razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2016. Fuente propia.

Analizando la tabla 39, donde se realizó la estimación de la ecuación lineal mixta, en el programa IBM-SPSS, se encuentra que aparecen estimaciones redundantes, ya que la mayoría de estimaciones son iguales a cero, por lo que se empezó un proceso sistemático para retirar las variables que no aportaran al modelo, lo cual sucedió hasta que se llegó a tener solo dos de ellas: el residuo y la intersección, a los cuales se les aplicó la prueba de hipótesis de Wald:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Residuo	631,52	16,77	37,65	,000	599,49	665,26
Intersección [sujeto = Universidad]	210,35	40,97	5,13	,000	143,59	308,15
Varianza						
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.						

**Tabla 40** Salida de SPSS para evaluar la estimación final de parámetros de covarianza para razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2016. Fuente propia.

Observando la tabla 40 para los parámetros: residuo e intercepto, se obtuvo  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia del 1 % se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis

alternativa, lo que estas estimaciones son significativas y aportan para explicar la variabilidad del modelo.

El residuo en la tabla 40 es la diferencia entre los valores estimados y los observados, que debe cumplir los axiomas de MCO, y el segundo término de la tabla 40 es la estimación de la intersección para los sujetos universidad, que mide la variabilidad entre las Universidades y que tiene una gran importancia para estimar el modelo mixto. Teniendo en cuenta los resultados de este procedimiento, este análisis sistemático se va a realizar para cada una de las demás competencias, pero no será presentado a menos que se encuentre un comportamiento diferente o un nuevo aporte al trabajo realizado.

### 7.1.1.3 Ajuste de modelos efectos fijo y aleatorio

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de razonamiento cuantitativo 2016, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>						
Interceptación	171,2142*** (1,9271)	105,442*** (2,5802)	77,8105*** (13,8831)	84,4718*** (13,1526)	97,4994*** (8,5228)	<b>98,020*** (7,3589)</b>
Género			8,6352*** (1,016)	8,6851*** (1,014)	8,664*** (1,013)	<b>8,7424*** (1,0122)</b>
Edad			-0,3571 (0,423)	-0,4165 (0,4168)	-0,8606*** (0,1825)	<b>-0,9014*** (0,185)</b>
matrícula			10,8410** (5,2129)	8,4844* (4,9323)	6,7846*** (2,1405)	<b>6,8829*** (2,1357)</b>
Estrato			4,524*** (1,7036)	1,340*** (0,4955)	1,3738*** (0,4951)	<b>1,5642*** (0,4808)</b>
trabajo			0,1510* (0,0839)	0,1573* (0,0836)	0,1110*** (0,0268)	<b>0,1081*** (0,0268)</b>
EducaciónMadre			0,1685 (0,33824)	0,1651 (0,1049)	0,1653 (0,1049)	
EducaciónPadre			0,2022** (0,0994)			



Matemáticas		1,1587*** (0,0404)	1,1060*** (0,1238)	1,1442*** (0,1226)	1,1192*** (0,1205)	<b>1,1490***</b> <b>(0,0842)</b>
Metodología			41,3881*** (12,5409)	38,4828*** (12,0156)	16,8833** (6,8591)	<b>18,6988***</b> <b>(3,0229)</b>
Privado			-76,0360*** (18,9412)	-69,4619*** (18,1061)	- 53,7620*** (11,7411)	<b>-54,5289***</b> <b>(11,4973)</b>
Matemáticas *			0,4583*** (0,1394)	0,4677*** (0,1379)	0,4317*** (0,1349)	<b>0,4416***</b> <b>(0,1281)</b>
Oficial						
Matemáticas *			0,0009 (0,1208)	-0,0056 (0,1199)	0,0330 (0,1183)	
Metodología						
matrícula *			-0,0954*** (0,0361)	-0,1062*** (0,0355)	-0,1010*** (0,0343)	<b>-0,1017***</b> <b>(0,0342)</b>
Matemáticas						
Edad * Privado			1,5922*** (0,6133)	1,4091** (0,6064)	0,8988*** (0,3126)	<b>0,9070***</b> <b>(0,3148)</b>
Edad *						
Metodología			-0,8038** (0,3801)	-0,7899 (0,3743)		
Edad * matrícula						
			-0,0849 (0,1686)	-0,0429 (0,1664)		
Estrato *						
Privado			-0,4948 (1,6214)			
Estrato *						
Metodología			-1,9716 (1,6466)			
matrícula *						
Estrato			-0,4003 (0,4278)			
trabajo *						
Privado			0,0837 (0,0902)	0,0800 (0,0894)		
trabajo *						
Metodología			-0,0208 (0,079)	-0,0315 (0,0788)		
matrícula *						
trabajo			-0,0209 (0,0259)	-0,0187 (0,0257)		
EducaciónMadre						
* Privado			0,3775 (0,378)			
EducaciónMadre						
* Metodología			-0,0548 (0,2844)			
matrícula *						
EducaciónMadre			-0,0795 (0,1176)			
<b>Estimación de parámetros de covarianza</b>						
Intersección (	210,51***	70,33***	59,08***	56,54***	55,95***	<b>55,97***</b>
Sujetos=						

universidad)						
Varianza						
Residuo	631,66***	504,23***	192,74***	477,38***	477,60***	<b>477,69***</b>
<b>Criterios de información</b>						
AIC	27060,90	26365,9	26198,31	26207,746	26198,883	<b>26188,259</b>
BIC	27072,83	26377,84	26210,23	26219,67	26210,816	<b>26200,258</b>
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo.						
En paréntesis desviaciones estándar						
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10						

**Tabla 41.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

En la tabla 41 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas desviaciones estándar y su nivel de significancia. El primero es el modelo nulo presentado anteriormente. En el segundo modelo sólo se usa como variable explicativa el puntaje de matemáticas en Saber 11. En el tercer modelo se colocaron todas las variables del modelo general, a partir de él por prueba y error de forma sistemática se retiraron variables para plantear nuevos modelos, guiando el proceso por el seguimiento de los cambios de la significancia de los parámetros y la disminución de los criterio de información de Akaike (AIC) y el Bayesiano de Schwarz (BIC), los cuales se explicaron en el modelo teórico de este estudio.

El modelo 6 tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=26188.259 y un BIC=26200.258, en el cual además los parámetros cuyos Pvalores son significativos a menos del 1%. Este modelo es el que presenta el mejor ajuste.

#### 7.1.1.3.1 Estadísticos del modelo escogido para razonamiento cuantitativo 2016

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para la competencia de razonamiento cuantitativo de 2016, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

- **Prueba de Efectos fijos**

En la siguiente tabla 42 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	2013,316	177,353	0,000
Género	1	2853,793	74,599	0,000
Edad	1	2862,663	23,740	0,000
matrícula	1	2627,545	10,386	0,001
Estrato	1	2867,085	10,583	0,001
trabajo	1	2876,950	16,252	0,000
Matemáticas	1	2731,297	185,979	0,000
Metodología	1	229,940	38,261	0,000
Privado	1	2602,480	22,494	0,000
Matemáticas * Oficial	1	2870,775	11,882	0,001
Matemáticas * matrícula	1	2710,446	8,825	0,003
Edad * Privado	1	2879,216	8,302	0,004
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.				

**Tabla 42** Prueba de efectos fijos modelos 6 para razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

A partir de la tabla 42 que es una salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.000 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 42 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 43 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	98,002	7,359	2013,3	13,32	0,000	83,570	112,434

Género	8,742	1,012	2853,8	8,64	0,000	6,758	10,727
Edad	-0,901	0,185	2862,7	-4,87	0,000	-1,264	-0,539
matrícula	6,883	2,136	2627,5	3,22	0,000	2,695	11,071
Estrato	1,564	0,481	2867,1	3,25	0,000	0,621	2,507
trabajo	0,108	0,027	2876,9	4,03	0,000	0,056	0,161
Matemáticas	1,149	0,084	2731,3	13,64	0,000	0,984	1,314
Metodología	18,699	3,023	229,9	6,19	0,000	12,743	24,655
Privado	-54,529	11,497	2602,5	-4,74	0,000	-77,074	-31,984
Matemáticas * Privado	0,442	0,128	2870,8	3,45	0,000	0,190	0,693
Matemáticas * matrícula	-0,102	0,034	2710,4	-2,97	0,000	-0,169	-0,035
Edad * Privado	0,907	0,315	2879,2	2,88	0,000	0,290	1,524
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.							

**Tabla 43** Estimación de efectos fijos modelos 6, Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 43, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 44 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
Residuo	477,86	12,72	37,57	0,000	453,57	503,45	
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	55,98	13,42	4,17	0,000	34,99	89,55
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.							

**Tabla 44** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6, Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 44 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 45 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Intercepción	Género	Edad	matrícula	Estrato	trabajo	Matemáticas	Metodología	Privado	Matemáticas * Privado	Matemáticas * matrícula	Edad *
Intercepción	54,15	-0,19	-0,92	-8,13	-0,12	0,00	-0,41	-5,34	-10,42	-0,17	0,13	0,87
Género	-0,19	1,02	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,08	-0,16	0,00	0,00	0,00
Edad	-0,92	-0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00	-0,03
matrícula	-8,13	0,00	0,01	4,56	-0,02	0,00	0,13	-0,33	-12,89	0,20	-0,07	0,02
Estrato	-0,12	-0,01	0,00	-0,02	0,23	0,00	0,00	-0,17	-0,10	0,00	0,00	0,00
trabajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
Matemáticas	-0,41	-0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01	-0,04	-0,13	0,00	0,00	0,00
Metodología	-5,34	-0,08	0,01	-0,33	-0,17	0,01	-0,04	9,14	-1,80	0,01	0,01	-0,02
Privado	-10,42	-0,16	0,87	-12,9	-0,10	-0,01	-0,13	-1,80	132,1	-1,07	0,20	-2,67
matemáticas * Privado	-0,17	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,01	-1,07	0,02	0,00	0,01
matemáticas * matrícula	0,13	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00
Edad *	0,87	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02	-2,67	0,01	0,00	0,10

a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.

**Tabla 45** Salida de IBM SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 45, se observa que la varianza de la intercepción tiene un valor de 54.15, para la variable privado la varianza es de 132.19, que podría deberse por la fuerte diferencia de características entre las Universidades públicas y privadas.

En relación a las covarianzas hay un grado de dependencia entre la interceptación y la matrícula con un valor de -8.13, lo que muestra que valores mayores de una de ellas se corresponden a los valores menores de la otra. Entre el intercepto con la variable metodología se tiene una covarianza de -5.34, lo que indica que valores grandes de una de ellas está relacionada con valores pequeñas de la otra. Entre la interceptación se relaciona con la variable privado, ambas tienen comportamientos similares con una covarianza con 12.42. Entre la variable matrícula y el tipo de Universidad hay una covarianza con un valor de -12.9, lo que muestra que valores grandes de una de ellas se relacionan con valores pequeñas de la otra.

Las demás covarianzas son pequeñas con respecto a las varianzas, por lo que no hay relación lineal entre las demás variables que no fueron mencionadas. Aquí se presentan relación entre algunas variables, lo que se esperaba debido al problema de endogeneidad, que fue la principal razón para usar en este trabajo un modelo lineal Jerárquico.

- **Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas**

En la siguiente matriz (ver tabla 46) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		161,79	-6,17
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-6,17	180,10
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.			

**Tabla 46** Salida de IBM SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6.

Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 46, se observa que la varianza del residuo es de 161.79 y la de la intersección de la intersección del sujeto universidad es de 180.1, que muestra si hay variación entre las universidades del grupo de referencia.

Además se observa una covarianza de -6.17 entre el intercepto y el residuo, que muestra que valores grandes de una de las variables se relacionan con valores pequeños de la otra, pero las covarianzas es pequeña frente a los términos de varianza de las variables, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 7.1.1.3.2 Varianzas “entre” (intra, en ingles between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 47:

$\sigma^2$	161.79
$\tau_{00}$	180.10
$\tau_{01}$	-6.17

**Tabla 47** Varianzas y covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{180.10}{180.10 + 161.79} = 0.526 \quad (35)$$

El anterior resultado de la ecuación (35) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 52.6% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 63 universidades del grupo de referencia, y el 47.3% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 7.1.1.3.3 Ecuación de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016, que aparece a continuación:

### ***SaberPro Razonamiento<sub>ij</sub>***

$$\begin{aligned} &= 98.002 + 8.742Genero_{ij} - 0.901Edad_{ij} + 6.883Matricula_j \\ &+ 1.564Estrato_{ij} + 0.108trabajo_{ij} + 1.149Matematicas_{ij} \\ &+ 18.699Metodologia_j - 54.529Privada_j + 0.442Privada_jMatematicas_{ij} \\ &- 0.102Matricula_jmatematica_{ij} + \\ &\quad 0.907Privada_jEdad_{ij} + u_{0j} \quad (25) \end{aligned}$$

En la anterior ecuación no se colocan los errores estándar de bajo de los estimadores por comodidad. A partir de la ecuación (25) se genera el pronóstico y el pronóstico fijo, y considerando las ecuaciones (18) y (19) presentadas en el marco teórico se procede a calcular el intercepto para cada Universidad.

### **7.2 Las demás competencias**

La metodología expuesta en el punto 7.1 de este capítulo se aplicó para hallar las ecuaciones de pronóstico de efectos fijos y de efectos aleatorios, para las demás competencias de 2016 y de 2017, como no hay un nuevo aporte a este trabajo los procedimientos se encuentran en el Anexo B y los resultados se presentan y discuten en el capítulo 8, para las siguientes competencias:

- Competencia de Lectura crítica 2016
- Competencia de Inglés Saber Pro 2016
- Competencia de Competencias ciudadanas Saber Pro 2016
- razonamiento cuantitativo 2015
- lectura crítica 2015
- Inglés Saber Pro 2015
- Competencias ciudadanas Saber Pro 2015

### **7.3 Clasificación por medias aritméticas de las competencias genéricas:**

Para tener unos parámetros para el análisis del valor agregado en la tabla de resultados que se presenta en el capítulo 8, se consideraron otros aspectos: en primer lugar el número de estudiantes, en segundo lugar se calculó para cada universidad del grupo de referencia, la media aritmética del puntaje de saber 11 de sus estudiantes, para conocer el nivel de entrada con que llegaron los estudiantes. En tercer lugar se calculó la media aritmética de cada competencia



genérica de los resultados Saber Pro, se organizaron por valores de mayor a menor y a cada uno se le asignó una posición, con lo cual se crea lo que se va a llamar “clasificación por promedios simples” y que va a servir para comparar con la “clasificación de valor agregado”.

Además, para facilitar el análisis de la posición del programa y de los logros alcanzados, en la parte superior de cada tabla de resultados se agregaron las medias aritméticas del grupo de referencia de Saber 11, y de la competencia genérica de Saber Pro, como se puede observar en los resultados presentados en el siguiente capítulo 8.

## **8. Resultados**

Cómo fruto de la investigación realizada sobre el cálculo del valor agregado aportado por los programas de ingeniería de sistemas y computación y carreras afines, a los estudiantes que cursaron el pregrado con ellos, me permito relacionar los siguientes logros:

Al relacionar la estructura y la correlación entre los puntajes de las competencias genéricas de Saber Pro y los componentes de Saber 11, se encontraron las siguientes relaciones: razonamiento cuantitativo Saber Pro está asociado con matemáticas Saber 11, lectura crítica con lenguaje, inglés con inglés, competencias ciudadanas con sociales. Respecto a comunicación escrita no se encontró una correlación significativa con los componentes medidos en Saber 11 y no se le puede calcular valor agregado.

Como primer resultado se conformó el grupo de referencia para el programa de ingeniería de sistemas y carreras afines, no se consideraron las instituciones que presentaron menos de 10 estudiantes a la prueba, solo se consideraron programas cuyos pensum y perfiles egreso tuvieran un componente de diseño de Software, el grupo de 2015 quedó formado por 47 universidades y 2257 estudiantes, y el grupo de 2016 quedó integrado por 63 universidades y 2897 estudiantes.

De la caracterización estadística para todas las más de 150 variables de las base de datos Saber Pro cruzada con Saber 11, y se lograron escoger las siguientes variables académicas:

resultado en la competencia genérica de Saber Pro y en el componente Saber 11; variables del estudiante: género, edad, estrato, trabajo y nivel de educación de los padres; variables de la universidad: matrícula, tipo y metodología, las cuales se usaron dentro de los modelos.

Por el problema de endogeneidad entre las variables y el error, se utilizó un modelo jerárquico de dos niveles de coeficientes aleatorios, los cuales para su estimación se organizaron en una ecuación lineal de efectos fijos y de efectos aleatorios. De forma sistemática se ajustaron más de diez modelos para cada una de las competencias genéricas, siguiendo un análisis comparativo de los valores de los criterios de información de Akaike y el Bayesiano de Schwarz y se escogió el modelo de mejor ajuste para cada una de las 4 competencias del 2015 y 4 competencias del 2016, que se presentan al final de este capítulo.

La revisión estadística de los modelos para las competencias genérica de 2015, debido al tipo de escala de medición, fue compleja porque por ejemplo en la matriz de varianzas y covarianzas los valores tenían órdenes de milésimas, pero los datos otorgados en la base de datos tenían solo centésimas, por desde el punto de vista de órdenes de magnitud las milésimas o números menores no se deberían revisar. El cambio realizado por el ICFES en el 2016, al cambiar a una escala entre 0 y 300, favorece mucho el estudio de modelos de valor agregado.

	Varianzas	Índice de correlación intraclase	Al interior de las clases
Saber Pro 2016	Razonamiento cuantitativo	52,6%	47,3%
	Lectura Crítica	51,7%	48,3%
	Inglés	60,5%	39,4%
	Competencia ciudadanas	26,7%	73,2%
Saber Pro 2015	Razonamiento cuantitativo	90,9%	9,1%
	Lectura Crítica	62,7%	37,3%
	Inglés	52,6%	47,4%
	Competencia ciudadanas	35,9%	64,1%

**Tabla 48** Coeficiente de correlación intraclase. Fuente propia.

En la tabla 48 se presenta los índices de correlación intraclase para cada competencia genérica, con ellas se estudió las componentes de la varianza entre y dentro de los programas del grupo de referencia. Por ejemplo en el caso de Razonamiento cuantitativo el 52.6% es explicado por las diferencias entre los programas de ingeniería de sistemas y el 47.3 % es una porción de

varianza no explicada, que está asociada directamente con características al interior de los programas, representada por la variabilidad que se observa entre los estudiantes, y otra parte relacionada con los residuos del modelo.

Utilizando los modelos de mejor ajuste para cada competencia genérica, se calculó el intercepto aleatorio para cada universidad del grupo de referencia, valores que se presentarán al final de este capítulo. Aclarando que esta medición es independiente de las variables usadas para estimar los modelos, por lo que se puede asociar con variables que no se pueden observar directamente o que no fueron consideradas en el estudio.

En relación con el método estadístico de este estudio, (que empezó con el ajuste de un modelo de efecto fijos y aleatorios que consideraba a todos los individuos del grupo de referencia, que prosiguió con un pronóstico para cada estudiante y que terminó calculando el intercepto aleatorio de cada universidad, con los resultados obtenidos por sus estudiantes), se puede garantizar que el efecto medido, está asociado directamente con variables y procesos al interior de cada programa, que afectaron positiva o negativamente el desarrollo de las competencias del estudiante durante sus estudios de pregrado.

La medida del intercepto aleatorio de cada universidad, está asociado a la diferencia entre los valores pronosticados para un estudiante y los resultados reales al presentar el examen Saber Pro, por lo que este valor agregado medido en el desarrollo de las competencias genéricas, no se puede entender sino por el trabajo de aula.

Dentro del trabajo de aula, que es guiado por los profesores y realizado por los estudiantes, se pueden mencionar la aplicación de elementos pedagógicos, que ayudan a generar valor agregado, tales como: metodologías y estrategias de enseñanza, metodologías y estrategias de aprendizaje, esto mediado por la coherencia de las evaluaciones. Todos ellos enmarcados en los contenidos curriculares del programa, en el modelo pedagógico y en el proyecto educativo institucional de cada universidad.

Además, alrededor del trabajo de aula se pueden considerar otros factores o esfuerzo al interior de las universidades, tales como: la consistencia de los contenidos de la malla curricular y el buen desarrollo de los programas de apoyo académico: tutorías, ambientes virtuales de aprendizaje, bienestar universitario, permanencia estudiantil, extensión universitaria, responsabilidad social e investigación, entre otros. Así mismo, hay que mencionar la importancia de los espacios locativos cómo: las bibliotecas y sus contenidos, las salas computacionales, los laboratorios, los espacios de estudio, las ayudas tecnológicas de las clases, entre otros, que pueden favorecer el desarrollo de las competencias en los estudiantes.

En cuanto al intercepto aleatorio se pueden mencionar tres casos: en el primero es mayor que cero, lo cual se puede explicar porque el contexto del programa favorece el desarrollo de las competencias genéricas, ya que los resultados de los estudiantes en promedio fueron mejores que los pronosticados, en el segundo caso los resultados fueron los mismos que los pronosticados, en el tercer caso es menor que cero, los resultados en el examen fueron menores que los pronosticados por el modelo.

Teniendo en cuenta el intercepto aleatorio, cómo criterio para valorar el mérito de los programas de ingeniería de sistemas y carreras afines del grupo de referencia, representado por el nombre de sus instituciones, se procedió a formar una lista del intercepto aleatorio, la cual se organizó de mayor a menor usando, y cada posición de ella se le asignó y de esta forma se obtiene la clasificación de valor agregado del grupo de referencia en la competencia estudiada.

A continuación se presentan los resultados estudiados para cada una de las competencias estudiadas: la ecuación estimada de efectos fijos y efectos aleatorios y un análisis de los valores de sus estimadores.

## **Resultados modelos de valor agregado 2016**

Para las competencias genéricas para el año 2016, se obtienen los siguientes resultados:

### **9.1 Competencia de razonamiento cuantitativo 2016**

$$\begin{aligned}
 \widehat{SaberPro\ Razonamiento}_{ij} = & 98.002 + 8.742Genero_{ij} - 0.901Edad_{ij} + \\
 & 6.883Matricula_j + 1.564Estrato_{ij} + 0.108trabajo_{ij} + 1.149Matematicas_{ij} + \\
 & 18.699Metodologia_j - 54.529Privada_j + 0.442Privada_jMatematicas_{ij} - \\
 & 0.102Matricula_jmatematica_{ij} + 0.907Privada_jEdad_{ij} + u_{0j}
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

Analizando los estimadores de la ecuación (26) para la competencia de razonamiento cuantitativo 2016, se puede mencionar que: el género masculino favorece el puntaje de la competencia, a mayor edad el resultado disminuye, a mayor matrícula se observan mejores resultados, a mayor estrato mejores resultados, trabajar favorece en algo los resultados, el nivel del colegio afecta en algo los resultados, la metodología presencial favorece los resultados, las universidades oficiales favorecen en fuerte medida los resultados.

Además, para las variables anidadas ver estimadores ecuación (26) se puede mencionar que: las universidades privadas reciben personas de más edad, el puntaje de matemáticas está relacionado con el acceso a las universidades y por el último el puntaje de matemáticas está relacionado con el valor de la matrícula.

A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de razonamiento cuantitativo para el año 2016:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Razonamiento Cuantitativo 2016						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiantes	Media aritmética Matemáticas Saber 11	Media aritmética Razonamiento cuantitativo Saber Pro 2016	Intercepto aleatorio para la universidad	Posición por media aritmética en razonamiento cuantitativo Saber Pro 2016	Posición de Valor agregado razonamiento cuantitativo 2016
		<b>Media 58</b>	<b>Media 168</b>			
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA-MEDELLIN	47	59,58	195,55	16,74	5	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	77	67,99	204,27	15,23	2	2
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-BOGOTÁ • D.C.	65	79,22	209,98	13,47	1	3
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLIN	57	63,55	197,47	12,34	3	4
UNIVERSIDAD ICESI-CALI	12	64,73	197,08	9,84	4	5
UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"-BOGOTÁ • D.C.	62	67,09	192,61	6,71	6	6
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-CUCUTA	42	58,91	183,71	6,48	13	7

UNIVERSIDAD DE IBAGUE-IBAGUE	39	51,19	171,03	6,45	29	8
UNIVERSIDAD DE CORDOBA-MONTERIA	105	52,60	157,30	6,30	53	9
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-MEDELLIN	12	60,17	188,25	6,18	9	10
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN-MEDELLIN	22	54,73	178,55	5,94	20	11
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI-CALI	24	53,92	175,42	4,96	24	12
UNIVERSIDAD EAFIT--MEDELLIN	41	66,77	192,15	4,88	7	13
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-BUCARAMANGA	49	65,68	189,47	4,76	8	14
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD-BOGOTÁ • D.C.	217	48,51	151,15	4,22	58	15
UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYAN	38	59,56	181,13	3,89	17	16
UNIVERSIDAD DEL NORTE-BARRANQUILLA	24	66,40	187,67	3,87	10	17
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA-UNAB-BUCARAMANGA	11	60,39	182,45	3,87	15	18
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE-RIONEGRO	12	51,89	167,00	2,30	35	19
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA-CALI	13	57,54	179,54	1,84	18	20
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI	12	68,52	187,67	1,43	11	21
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BUCARAMANGA	10	47,75	161,80	1,39	47	22
UNIVERSIDAD EAN-BOGOTÁ • D.C.	22	55,43	172,73	1,31	27	23
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	35	55,94	172,66	0,92	28	24
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-BOGOTÁ • D.C.	44	63,55	181,43	0,78	16	25
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	24	52,86	170,42	0,73	30	26
UNIVERSIDAD LIBRE-BOGOTÁ • D.C.	26	57,86	173,50	0,69	26	27
UNIVERSIDAD CENTRAL-BOGOTÁ • D.C.	21	51,30	165,29	0,47	41	28
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA-IBAGUE	98	51,57	153,78	0,30	55	29
UNIVERSIDAD DE CALDAS-MANIZALES	29	66,17	185,10	0,14	12	30
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA-BOGOTÁ • D.C.	28	65,44	183,50	0,12	14	31
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - ITP-PEREIRA	66	57,81	176,02	-0,07	23	32
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-OCAÑA	18	54,23	167,89	-0,26	33	33
UNIVERSIDAD EL BOSQUE-BOGOTÁ • D.C.	20	53,20	168,40	-0,27	32	34
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO-ARMENIA	63	58,50	175,25	-0,37	25	35
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB--BOGOTÁ • D.C.	27	52,12	166,70	-0,63	38	36
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA-CARTAGENA	150	50,81	150,61	-0,76	59	37
UNIVERSIDAD LIBRE-CALI	11	53,71	166,27	-0,79	39	38
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	11	51,62	163,00	-1,28	46	39
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR-BARRANQUILLA	80	53,91	164,03	-1,64	43	40
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-VILLAVICENCIO	26	57,44	176,08	-1,92	22	41
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA-FLORENCIA	20	56,40	170,20	-2,02	31	42
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA-PAMPLONA	13	52,42	166,77	-2,08	37	43
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE-BARRANQUILLA	40	53,21	163,68	-2,72	44	44
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC--BOGOTÁ • D.C.	22	52,54	161,45	-2,75	48	45
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - UNIMAGDALENA-SANTA MARTA	63	50,20	164,90	-3,03	42	46
UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI	60	65,37	178,83	-3,09	19	47
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR-CARTAGENA	13	65,72	176,69	-3,12	21	48
UNIVERSIDAD ECCI-BOGOTÁ • D.C.	112	51,65	161,02	-3,43	49	49
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-AGUACHICA	18	54,57	165,56	-3,98	40	50
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-PASTO	48	57,72	166,96	-4,77	36	51

UNIVERSIDAD DEL SINAI 'Elias Bechara Zainum' - UNISINAI-CARTAGENA	13	51,59	153,38	-4,87	56	52
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-SANTA MARTA	13	55,94	160,00	-5,86	50	53
UNIVERSIDAD DE MANIZALES-MANIZALES	51	50,42	157,71	-6,43	51	54
UNIVERSIDAD MARIANA-PASTO	48	52,71	154,94	-7,50	54	55
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	222	50,16	152,14	-7,56	57	56
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-TUNJA	66	58,36	167,23	-7,71	34	57
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-GIRARDOT	40	48,65	149,68	-8,19	60	58
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC-FUSAGASUGA	101	53,42	163,27	-8,66	45	59
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-VALLEDUPAR	58	51,73	157,31	-9,07	52	60
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA-RIOHACHA	23	50,32	148,22	-13,05	61	61
UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA-PEREIRA	15	49,56	142,53	-14,40	63	62
UNIVERSIDAD DEL PACIFICO-BUEN AVENTURA	48	48,41	142,67	-16,25	62	63

**Tabla 49.** Clasificación grupo de referencia razonamiento cuantitativo Saber Pro 2016. Fuente propia.

Al hacer un análisis de la tabla (49), se puede constatar que son muchos los elementos que juegan a la hora de posicionar a cada una de las universidades, estudio que vale la pena afrontar al interior de cada programa. Pero que en mi interés el ranking de valor agregado, también presenta diferencias entre los programas de cada una de las universidades del grupo de la referencia, cómo se puede observar al comparar dos universidades según presento a continuación:

Considérese la Universidad de Ibagué-Ibagué, la cual en la clasificación de promedios simples ocupa la posición 29 del grupo de referencia, presentó 39 estudiantes al examen Saber Pro 2016, los cuales al terminar el colegio obtuvieron en matemáticas en promedio 51.19 puntos, ellos estaban -6.81 puntos por debajo de la media del grupo de referencia que fue 58 puntos, los cuales al culminar sus estudios de pregrado en razonamiento cuantitativo obtuvieron en promedio 171.03 puntos, por lo que sacaron +3.03 puntos por encima de la media del grupo de referencia que fue 168, por lo que se observa un fuerte esfuerzo al interior de la Universidad y que fue capturado por el intercepto aleatorio que obtuvo un valor de +6.45 y paso a ocupar la posición 8 en la clasificación de valor agregado.

En contraste considérese la Universidad tecnológica y pedagógica de Colombia-Tunja, la cual en la clasificación de promedios simples ocupa la posición 34 del grupo de referencia, presentó 66 estudiantes al examen Saber Pro 2016, los cuales al terminar su colegio obtuvieron en matemáticas en promedio 58.36 puntos, ellos estaban +0.36 puntos por encima de la media

del grupo de referencia que fue 58 puntos, al culminar sus estudios de pregrado en razonamiento cuantitativo obtuvieron en promedio 167.23 puntos, por lo que sacaron -0.77 puntos por debajo de la media del grupo de referencia que fue 168, Por lo que se observa condiciones desfavorables al interior de esta Universidad, con respecto a lo que podrían haberse desarrollado los estudiantes, y que fue capturado por el intercepto aleatorio que obtuvo un valor de -7.71 y paso a ocupar la posición 57 en la clasificación de valor agregado con respecto al grupo de referencia.

## 8.2 Competencia de Lectura crítica 2016

$$\widehat{SaberPro\ Lectura}_{ij} = 66.43 + 3.18Genero_{ij} + 1.23Matricula_j + 2.65Estrato_{ij} + 0.06trabajo_{ij} + 0.22Madre_{ij} + 15.71Metodologia_j - 9.37Privada_j + 1.20Lenguaje_{ij} + u_{0j} \quad (27)$$

Analizando los estimadores de la ecuación (27) para la competencia de lectura crítica 2016, se puede mencionar que: el género masculino favorece el puntaje en la competencia, a mayor matrícula se observan mejores resultados, a mayor estrato mejores resultados, el trabajo aporta muy poco a esta competencia, el nivel de estudio de la madre afecta en algo los resultados, la metodología presencial favorece fuertemente los resultados, las universidades oficiales favorecen en fuerte medida los resultados frente a las privadas, el nivel en lenguaje en el colegio afecta en algo en los resultados. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de lectura crítica para el año 2016:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Lectura crítica 2016						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiante	Media aritmética Lenguaje Saber Pro 2016	Media aritmética Lectura crítica Saber Pro 2016	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética lectura crítica Saber Pro 2016	Posición valor agregado Lectura crítica 2016
		media 52,8	media 155			
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA-MEDELLIN	47	55,76	183,89	18,52	4	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	77	59,41	188,25	16,46	2	2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLIN	57	57,69	182,28	12,77	6	3
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-BOGOTÁ • D,C,	65	64,22	189,69	12,00	1	4
UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"-BOGOTÁ • D,C,	62	60,94	182,92	11,55	5	5
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR-CARTAGENA	13	54,24	177,08	11,32	7	6
UNIVERSIDAD ICESI-CALI	12	57,88	184,33	10,78	3	7
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN-MEDELLIN	22	54,27	171,50	8,06	14	8
UNIVERSIDAD DEL NORTE-BARRANQUILLA	24	59,37	176,04	6,42	8	9
UNIVERSIDAD EAN-BOGOTÁ • D,C,	22	53,11	165,68	5,57	18	10
UNIVERSIDAD EL BOSQUE-BOGOTÁ • D,C,	20	50,80	162,60	5,11	22	11
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-BUCARAMANGA	49	59,61	174,24	4,98	10	12
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE-RIONEGRO	12	55,70	165,33	4,87	19	13
UNIVERSIDAD EAFIT--MEDELLIN	41	59,39	175,88	4,81	9	14
UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYAN	38	53,06	164,76	3,85	20	15
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA-BOGOTÁ • D,C,	28	59,10	172,00	3,82	12	16
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-MEDELLIN	12	58,50	173,42	3,69	11	17
UNIVERSIDAD DE IBAGUE-IBAGUE	39	52,42	157,44	3,48	28	18
UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI	60	59,85	171,32	3,38	15	19
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD-BOGOTÁ • D,C,	217	49,77	144,00	3,30	52	20
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI	12	58,24	171,67	2,97	13	21
UNIVERSIDAD DE CORDOBA-MONTERIA	105	51,37	142,26	2,63	53	22
UNIVERSIDAD DE CALDAS-MANIZALES	29	56,21	168,86	2,63	17	23
UNIVERSIDAD LIBRE-BOGOTÁ • D,C,	26	52,83	157,85	1,78	27	24
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BUCARAMANGA	10	51,96	156,60	1,22	29	25
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA-CARTAGENA	149	48,90	141,08	1,11	55	26
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-BOGOTÁ • D,C,	44	58,78	169,70	1,01	16	27
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-OCAÑA	18	49,43	152,56	0,52	34	28
UNIVERSIDAD MARIANA-PASTO	48	50,77	151,19	0,18	37	29
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-CUCUTA	42	57,12	164,29	-0,18	21	30
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - ITP-PEREIRA	66	53,41	160,42	-0,53	23	31
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI-CALI	24	53,94	156,13	-0,67	31	32
UNIVERSIDAD CENTRAL-BOGOTÁ • D,C,	21	50,07	151,38	-0,67	36	33
UNIVERSIDAD ECCI-BOGOTÁ • D,C,	112	49,96	149,95	-0,85	38	34
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA-CALI	13	53,71	159,00	-0,97	24	35
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	35	51,54	153,86	-0,99	33	36
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB--BOGOTÁ • D,C,	27	50,96	152,44	-1,19	35	37
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA-IBAGUE	98	50,19	140,33	-1,31	59	38

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR- BARRANQUILLA	80	50,37	148,74	-1,58	42	39
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR- AGUACHICA	18	48,97	149,72	-1,75	39	40
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA- UNAB-BUCARAMANGA	11	56,61	158,00	-1,84	26	41
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC--BOGOTÁ • D.C,	22	50,37	148,41	-2,35	43	42
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-TUNJA	66	53,67	158,83	-2,37	25	43
UNIVERSIDAD LIBRE-CALI	11	49,15	146,82	-2,75	46	44
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO-ARMENIA	63	53,54	156,56	-3,53	30	45
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C,	11	49,38	144,45	-3,60	51	46
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA-PAMPLONA	13	50,91	149,38	-3,83	41	47
UNIVERSIDAD DEL SINAI 'Elias Bechara Zainum' - UNISINAI-CARTAGENA	13	49,47	141,92	-3,93	54	48
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA-RIOHACHA	23	47,48	145,04	-4,23	50	49
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC- FUSAGASUGA	101	53,12	155,31	-4,86	32	50
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA-FLORENCIA	20	49,86	146,00	-5,38	49	51
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE- BARRANQUILLA	40	51,86	148,35	-5,67	44	52
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA- BOGOTÁ • D.C,	222	48,65	141,01	-5,81	56	53
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-PASTO	48	54,61	149,63	-6,97	40	54
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - UNIMAGDALENA-SANTA MARTA	63	50,93	148,05	-7,87	45	55
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-GIRARDOT	40	49,82	139,00	-8,46	60	56
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C,	24	53,54	146,67	-8,59	47	57
UNIVERSIDAD DE MANIZALES-MANIZALES	51	49,70	140,51	-10,68	58	58
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR- VALLEDUPAR	58	50,19	141,00	-12,13	57	59
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-VILLAVICENCIO	26	54,37	146,38	-12,33	48	60
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA- SANTA MARTA	13	51,69	132,38	-12,49	62	61
UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA-PEREIRA	15	48,15	128,87	-14,01	63	62
UNIVERSIDAD DEL PACIFICO-BUENAVENTURA	48	48,13	133,44	-14,42	61	63

**Tabla 50** Clasificación grupo de referencia lectura crítica Saber Pro 2016. Fuente propia.

### 8.3 Competencia de Inglés Saber Pro 2016

$$\begin{aligned}
 \widehat{SaberPro\ Ingles}_{ij} = & 103.69 + 6.65Genero_{ij} - 1.36Edad_j + 5.13Estrato_{ij} + \\
 & 0.20Madre_{ij} + 1.20Ingles_{ij} + 0.198Matricula_jEdad_{ij} - \\
 & 4.023Privada_jEstrato_{ij} + 0.178Privada_jIngles_{ij} + 0.329Metodologia_jIngles_{ij} - \\
 & 0.064Matricula_jIngles_{ij} + u_{0j} \quad (28)
 \end{aligned}$$

Analizando los estimadores de la ecuación (29) para la competencia de inglés 2016, se puede mencionar que: el género masculino favorece el puntaje en la competencia, a mayor edad el resultado disminuye, a mayor estrato mejor resultado, el nivel de estudio de la madre favorece en algo los resultados, el nivel de inglés del colegio favorece en algo los resultados.

Además, para las variables anidadas se puede mencionar que: la edad está relacionada con el valor de la matrícula, las universidades privadas reciben personas de mayores estratos, las personas de universidades privadas tienen mejor nivel de inglés, las personas que entran a estudios presenciales tienen mejor inglés. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de inglés para el año 2016:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Inglés 2016						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiante	Media aritmética Inglés Saber 11	Media aritmética Inglés Saber Pro 2016	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética Inglés Saber Pro 2016	Posición de valor agregado Inglés 2016
		<b>Media 51.43</b>	<b>Media 161.83</b>			
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA-MEDELLIN	47	55,3	187,9	16,95	15	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	77	66,6	202,0	14,41	4	2
UNIVERSIDAD DEL NORTE-BARRANQUILLA	24	70,6	212,7	13,48	2	3
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR-CARTAGENA	13	64,2	201,5	10,03	5	4
UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"-BOGOTÁ • D,C,	62	61,5	188,9	9,71	14	5
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLIN	57	61,3	190,2	8,87	13	6
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA-BOGOTÁ • D,C,	28	60,7	193,4	8,45	10	7
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA-UNAB-BUCARAMANGA	11	61,9	198,2	8,42	7	8
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-BUCARAMANGA	49	52,9	177,1	8,09	18	9
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-BOGOTÁ • D,C,	44	64,5	196,7	7,42	8	10
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-MEDELLIN	12	60,9	194,6	7,26	9	11
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-BOGOTÁ • D,C,	65	82,1	216,0	7,23	1	12
UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI	60	55,2	175,2	7,10	20	13
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN-MEDELLIN	22	60,2	190,4	6,87	11	14
UNIVERSIDAD EAFIT--MEDELLIN	41	71,3	204,6	6,85	3	15
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD-BOGOTÁ • D,C,	217	46,2	144,3	5,69	55	16

UNIVERSIDAD DE CORDOBA-MONTERIA	105	45,9	143,4	5,37	57	17
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - ITP-PEREIRA	66	52,5	172,8	5,16	21	18
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI	12	69,8	200,4	4,36	6	19
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-OCAÑA	18	48,6	161,2	4,06	34	20
UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYAN	38	51,4	168,4	3,99	25	21
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-PASTO	48	47,0	155,9	3,67	41	22
UNIVERSIDAD EAN-BOGOTÁ • D,C,	22	58,9	181,2	3,26	16	23
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA-CARTAGENA	149	45,9	142,7	2,15	58	24
UNIVERSIDAD ICESI-CALI	12	64,1	190,3	1,97	12	25
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA-CALI	13	53,3	176,7	1,73	19	26
UNIVERSIDAD LIBRE-BOGOTÁ • D,C,	26	52,5	170,9	1,16	23	27
UNIVERSIDAD DE CALDAS-MANIZALES	29	53,8	171,5	1,05	22	28
UNIVERSIDAD DE IBAGUE-IBAGUE	39	49,3	165,5	0,64	29	29
UNIVERSIDAD EL BOSQUE-BOGOTÁ • D,C,	20	58,3	178,8	0,53	17	30
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	35	47,6	165,1	0,15	31	31
UNIVERSIDAD CENTRAL-BOGOTÁ • D,C,	21	46,9	160,5	-0,06	36	32
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI-CALI	24	50,4	166,5	-0,33	26	33
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	24	52,0	170,0	-0,66	24	34
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BUCARAMANGA	10	52,3	166,0	-0,75	27	35
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-VILLA VICENCIO	26	48,7	162,3	-0,91	33	36
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-CUCUTA	42	54,2	165,4	-1,66	30	37
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA-IBAGUE	98	45,0	138,0	-2,26	61	38
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB--BOGOTÁ • D,C,	27	51,5	164,0	-3,67	32	39
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO-ARMENIA	63	50,0	158,1	-3,76	38	40
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-SANTA MARTA	13	50,1	160,5	-3,80	35	41
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA-RIOHACHA	23	44,2	146,1	-3,84	53	42
UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA-PEREIRA	15	45,0	154,9	-4,12	42	43
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	11	49,7	157,9	-4,14	39	44
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-GIRARDOT	40	45,9	154,0	-4,97	45	45
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR-BARRANQUILLA	80	48,3	156,7	-5,68	40	46
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC-FUSAGASUGA	101	48,2	154,8	-5,71	43	47
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE-BARRANQUILLA	40	54,1	165,9	-5,77	28	48
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE-RIONEGRO	12	48,6	154,3	-5,84	44	49
UNIVERSIDAD DEL PACIFICO-BUENAVENTURA	48	45,6	142,6	-6,03	59	50
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-TUNJA	66	51,7	158,2	-6,35	37	51
UNIVERSIDAD ECCI-BOGOTÁ • D,C,	112	47,1	153,5	-6,77	46	52

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - UNIMAGDALENA-SANTA MARTA	63	47,0	149,4	-6,78	49	53
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC--BOGOTÁ • D,C,	22	44,9	148,2	-6,87	51	54
UNIVERSIDAD LIBRE-CALI	11	44,0	148,5	-6,99	50	55
UNIVERSIDAD DEL SINAI 'Elias Bechara Zainum' - UNISINAI-CARTAGENA	13	48,0	149,8	-7,60	48	56
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA-FLORENCIA	20	47,3	143,8	-8,91	56	57
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA-PAMPLONA	13	47,2	141,9	-9,47	60	58
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	222	45,4	146,8	-10,21	52	59
UNIVERSIDAD MARIANA-PASTO	48	48,3	151,6	-10,85	47	60
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-AGUACHICA	18	46,7	137,6	-11,28	62	61
UNIVERSIDAD DE MANIZALES-MANIZALES	51	46,4	145,1	-13,90	54	62
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-VALLEDUPAR	58	46,1	136,4	-16,06	63	63

**Tabla 51** Clasificación grupo de referencia Inglés Saber Pro 2016. Fuente propia.

#### 8.4 Competencia de Competencia ciudadanas Saber Pro 2016

$$\begin{aligned}
 \widehat{SaberPro\ Ciudadanas}_{ij} = & 73.96 + 1.67matricula_{ij} + 2.24Estrato_{ij} - \\
 & 6.18Privada_j + 1.11Sociales_{ij} + 0.25Matricula_jSociales_{ij} + u_{0j} \quad (29)
 \end{aligned}$$

Analizando los estimadores de la ecuación (31) para competencias ciudadanas 2016, se puede mencionar que: a mayor matrícula se favorece el puntaje en la competencia, a mayor estrato mejores resultados, las universidades públicas le va mejor que a las instituciones privadas, el nivel de sociales del colegio afecta en algo los resultados.

Además, para las variables anidadas se puede mencionar que: el puntaje de sociales afecta en algo el valor de la matrícula que se paga. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado para competencias ciudadanas para el año 2016:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Competencias Ciudadanas 2016						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiante	Media aritmética Sociales Saber	Media aritmética Competencias Ciudadanas Saber Pro 2016	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética competencias ciudadanas Saber Pro 2016	Posición valor agregado competencias ciudadanas 2016
		11				
		<b>Media 51,73</b>	<b>Media 150,91</b>			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	77	60,3	181,6	12,8	2	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLIN	57	59,8	181,3	12,3	3	2
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA-MEDELLIN	47	57,2	173,4	10,4	7	3
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES-BOGOTÁ • D,C,	65	64,3	186,1	7,2	1	4
UNIVERSIDAD EAFIT--MEDELLIN	41	59,2	178,0	7,0	4	5
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD-BOGOTÁ • D,C,	217	47,4	143,2	6,8	46	6
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR-CARTAGENA	13	54,1	171,5	6,6	9	7
UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"-BOGOTÁ • D,C,	62	60,7	173,4	6,4	8	8
UNIVERSIDAD ICESI-CALI	12	53,8	174,4	5,6	6	9
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-OCAÑA	18	48,8	156,3	4,7	21	10
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA-MEDELLIN	12	59,6	177,8	4,3	5	11
UNIVERSIDAD MARIANA-PASTO	48	48,2	151,5	4,2	33	12
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN-MEDELLIN	22	52,8	162,7	3,7	16	13
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	35	50,3	155,6	3,1	24	14
UNIVERSIDAD DEL NORTE-BARRANQUILLA	24	55,3	166,3	2,6	11	15
UNIVERSIDAD DEL VALLE-CALI	60	57,2	163,2	2,6	15	16
UNIVERSIDAD DE CALDAS-MANIZALES	29	56,5	164,8	2,4	13	17
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA-UNAB-BUCARAMANGA	11	52,1	160,5	2,4	17	18
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA-BOGOTÁ • D,C,	28	57,6	167,5	2,3	10	19
UNIVERSIDAD DEL CAUCA-POPAYAN	38	52,3	156,5	2,0	20	20
UNIVERSIDAD DE CORDOBA-MONTERIA	105	51,8	139,4	1,8	51	21
UNIVERSIDAD DE IBAGUE-IBAGUE	39	50,5	150,4	1,4	34	22
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA-IBAGUE	98	49,5	139,3	1,0	52	23
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - ITP-PEREIRA	66	55,3	159,5	0,9	19	24
UNIVERSIDAD LIBRE-BOGOTÁ • D,C,	26	54,2	155,7	0,4	22	25
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-BOGOTÁ • D,C,	44	55,9	164,9	0,4	12	26
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BUCARAMANGA	10	51,1	151,5	0,4	32	27
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE-RIONEGRO	12	53,0	153,4	0,2	26	28
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D,C,	24	51,5	153,2	0,1	27	29
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-BUCARAMANGA	49	56,1	159,6	0,0	18	30
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI	12	56,1	163,3	0,0	14	31
UNIVERSIDAD EL BOSQUE-BOGOTÁ • D,C,	20	52,2	154,2	-0,1	25	32
UNIVERSIDAD ECCI-BOGOTÁ • D,C,	112	49,6	148,0	-0,1	37	33
UNIVERSIDAD EAN-BOGOTÁ • D,C,	22	51,2	152,6	-0,3	29	34
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB--BOGOTÁ • D,C,	27	52,3	153,1	-0,4	28	35

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC-FUSAGASUGA	101	50,9	152,0	-0,4	31	36
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	11	49,6	146,6	-0,6	40	37
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR-BARRANQUILLA	80	47,9	144,2	-0,6	42	38
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA-CALI	13	48,3	148,0	-1,0	36	39
UNIVERSIDAD LIBRE-CALI	11	45,8	141,5	-1,1	48	40
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC--BOGOTÁ • D.C.	22	48,9	145,8	-1,2	41	41
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA-CARTAGENA	149	47,7	134,5	-1,3	60	42
UNIVERSIDAD CENTRAL-BOGOTÁ • D.C.	21	51,0	147,7	-1,8	38	43
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-BOGOTÁ • D.C.	222	47,1	140,5	-2,0	50	44
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA-PAMPLONA	13	49,5	143,9	-2,3	43	45
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-CUCUTA	42	55,9	155,6	-2,4	23	46
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - UNIMAGDALENA-SANTA MARTA	63	50,3	147,3	-2,4	39	47
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA-FLORENCIA	20	50,2	143,1	-3,2	47	48
UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA-PEREIRA	15	45,6	135,0	-3,8	59	49
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE-BARRANQUILLA	40	48,6	143,4	-4,0	45	50
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-TUNJA	66	53,7	152,1	-4,5	30	51
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-AGUACHICA	18	49,0	138,0	-4,7	55	52
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO-ARMENIA	63	53,2	149,3	-4,7	35	53
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-GIRARDOT	40	48,1	138,4	-4,8	53	54
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA-SANTA MARTA	13	45,7	130,1	-5,5	63	55
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA-RIOHACHA	23	49,3	138,1	-5,5	54	56
UNIVERSIDAD DEL SINAI 'Elias Bechara Zainum' - UNISINAI-CARTAGENA	13	49,7	132,7	-5,6	61	57
UNIVERSIDAD DEL PACIFICO-BUENAVENTURA	48	44,6	131,3	-6,6	62	58
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-PASTO	48	54,1	143,6	-6,9	44	59
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI-CALI	24	51,0	136,3	-8,3	56	60
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-VALLEDUPAR	58	49,0	136,3	-9,5	57	61
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-VILLAVICENCIO	26	54,4	141,3	-9,9	49	62
UNIVERSIDAD DE MANIZALES-MANIZALES	51	49,5	136,2	-10,5	58	63

**Tabla 52** Clasificación grupo de referencia competencias ciudadanas Saber Pro 2016. Fuente propia.

## Resultados modelos de valor agregado 2015

Para las competencias genéricas para el año 2015, se obtienen los siguientes resultados:

### 8.5 Competencia de razonamiento cuantitativo 2015

$$SaberPro \widehat{Razonamiento}_{ij} = 7.695 + 0.358Genero_{ij} - 0.024Edad_{ij} + 0.294Estrato_{ij} + 0.038Matematicas_{ij} - 0.950Privada_j + 1.140Metodologia_j +$$

$$0.227Matricula_j + 0.201Privada_jEstrato_{ij} - 0.172Metodologia_jEstrato_{ij} - 0.063Matricula_jEstrato_{ij} + u_{0j} \quad (30)$$

Analizando los estimadores de la ecuación (33) para la competencia de razonamiento cuantitativo 2015, se puede mencionar que: el género masculino favorece el puntaje de la competencia, a mayor edad el resultado disminuye, a mayor estrato mejores resultados, el nivel del colegio en matemática afecta en algo los resultados, las universidades oficiales favorecen los resultados, la metodología presencial favorece los resultados, a mayor matrícula se observan mejores resultados.

Además, para las variables anidadas se puede mencionar que: las universidades privadas están relacionadas con el estrato, la metodología a distancia se relaciona con los estratos bajos, y la matrícula está relacionada con el estrato. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de razonamiento cuantitativo para el año 2015:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Razonamiento Cuantitativo 2015						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiantes	Media aritmética Matemáticas Saber 11	Media aritmética Razonamiento cuantitativo Saber Pro 2015	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética en Razonamiento cuantitativo saber 2015	Posición de Valor agregado razonamiento cuantitativo Saber pro 2015
		<b>Media 56.09</b>	<b>Media 10.90</b>			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	112	66,64	12,43	0,80	1	1
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	63	57,78	11,95	0,75	5	2
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	41	72,54	12,31	0,61	2	3
FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	34	66,53	12,08	0,60	4	4
UNIVERSIDAD ICESI	16	66,05	12,14	0,55	3	5
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	47	63,61	11,78	0,48	7	6
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	98	65,14	11,89	0,41	6	7
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	46	59,98	11,53	0,29	11	8
UNIVERSIDAD EAFIT-	41	66,17	11,70	0,29	8	9
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	107	50,44	10,17	0,22	44	10
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	57	54,22	11,27	0,18	12	11



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	141	49,34	10,22	0,18	42	12
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	43	64,97	11,62	0,17	9	13
UNIVERSIDAD DEL VALLE	71	66,45	11,62	0,15	10	14
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	18	58,40	11,20	0,12	14	15
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	111	49,66	10,16	0,11	45	16
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	13	59,74	11,18	0,09	15	17
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	20	51,73	11,14	0,09	16	18
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC-	21	50,04	10,68	0,08	29	19
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	25	52,61	10,74	0,02	25	20
UNIVERSIDAD DE IBAGUE -CORUNIVERSITARIA-	21	51,93	10,71	-0,03	27	21
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	155	49,60	10,09	-0,03	47	22
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	38	57,59	10,96	-0,04	19	23
UNIVERSIDAD CENTRAL	34	54,01	10,73	-0,07	26	24
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	17	49,78	10,80	-0,08	23	25
UNIVERSIDAD DE CALDAS	67	62,57	11,23	-0,09	13	26
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	35	58,58	11,10	-0,09	17	27
UNIVERSIDAD LIBRE	55	52,72	10,62	-0,10	30	28
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	55	50,27	10,41	-0,10	35	29
UNIVERSIDAD MARIANA	31	55,68	10,70	-0,11	28	30
UNIVERSIDAD EAN	15	57,31	10,81	-0,12	21	31
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	63	57,09	11,02	-0,13	18	32
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	13	53,77	10,49	-0,18	31	33
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	12	54,39	10,40	-0,19	36	34
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	148	50,76	10,35	-0,21	39	35
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	15	51,01	10,39	-0,22	37	36
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA	24	54,29	10,47	-0,26	32	37
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	18	54,84	10,78	-0,27	24	38
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	43	55,23	10,80	-0,32	22	39
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	17	52,03	10,45	-0,32	33	40
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	15	53,41	10,37	-0,33	38	41
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	23	62,65	10,82	-0,43	20	42
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	42	55,03	10,30	-0,44	41	43
UNIVERSIDAD DEL SINÚ -Elías Bechara Zainúm-	28	53,57	10,16	-0,45	46	44
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	15	50,78	10,21	-0,49	43	45
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	37	51,44	10,33	-0,55	40	46
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC	74	51,36	10,42	-0,56	34	47

**Tabla 53** Clasificación grupo de referencia razonamiento cuantitativo Saber Pro 2015. Fuente propia.

## 8.6 Competencia de Lectura crítica 2015

$$\widehat{SaberPro\ Lectura}_{ij} = 8.207 - 0.015Edad_{ij} + 0.090Estrato_{ij} + 0.038Lenguaje_{ij} - 0.919Privada_j + 0.792Metodologia_j + 0.0125Privada_jLenguaje_{ij} + u_{0j} \quad (31)$$

Analizando los estimadores de la ecuación (35) para la competencia de lectura crítica 2015, se puede mencionar que: a mayor edad el resultado disminuye, a mayor estrato mejores resultados, el nivel del colegio en matemática favorece los resultados, las universidades oficiales favorecen los resultados, la metodología presencial favorece los resultados.

Además, para las variables anidadas se puede mencionar que: las universidades privadas están relacionadas con el puntaje de lenguaje en saber 11. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de lectura crítica para el año 2015:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Lectura crítica 2015						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiantes	Media aritmética Lenguaje Saber 11	Media aritmética Lectura crítica Saber Pro 2015	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética Lectura crítica 2015	Posición valor agregado lectura crítica 2015
		<b>Media 53,21</b>	<b>Media 10,7</b>			
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	41	63,90	12,27	0,75	1	1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	112	59,36	11,92	0,68	2	2
UNIVERSIDAD ICESI	16	57,94	11,79	0,55	3	3
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	98	57,85	11,59	0,48	4	4
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	63	53,71	11,41	0,47	6	5
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	141	49,18	10,35	0,44	38	6
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	47	58,80	11,45	0,31	5	7
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	57	53,72	11,26	0,26	10	8
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	107	50,53	10,16	0,23	45	9
FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	34	60,59	11,40	0,20	7	10
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	155	49,04	10,10	0,18	47	11
UNIVERSIDAD DEL VALLE	71	59,71	11,30	0,11	9	12
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	111	49,88	10,20	0,09	42	13

UNIVERSIDAD EAFIT-	41	61,40	11,33	0,08	8	14
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC-	21	49,40	10,59	0,08	25	15
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	46	55,28	11,05	0,05	12	16
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	43	58,08	11,19	0,05	11	17
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	20	51,10	10,84	0,03	14	18
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	38	53,43	10,76	0,02	16	19
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	15	54,24	10,77	-0,02	15	20
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	12	53,25	10,63	-0,02	19	21
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	25	52,60	10,62	-0,02	22	22
UNIVERSIDAD MARIANA	31	52,27	10,57	-0,04	26	23
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	15	53,02	10,53	-0,07	29	24
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	18	52,89	10,61	-0,07	23	25
UNIVERSIDAD CENTRAL	34	53,76	10,60	-0,09	24	26
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	55	49,18	10,33	-0,09	39	27
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA	24	50,69	10,43	-0,10	32	28
UNIVERSIDAD DE CALDAS	67	55,09	10,89	-0,10	13	29
UNIVERSIDAD LIBRE	55	50,10	10,42	-0,11	33	30
UNIVERSIDAD DE IBAGUE -CORUNIVERSITARIA-	21	50,16	10,38	-0,13	37	31
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	42	50,72	10,40	-0,15	36	32
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	17	49,70	10,49	-0,16	30	33
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	13	50,40	10,29	-0,17	40	34
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	43	52,13	10,65	-0,20	18	35
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	13	55,95	10,55	-0,20	28	36
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	35	53,05	10,63	-0,21	20	37
UNIVERSIDAD EAN	15	55,11	10,46	-0,21	31	38
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	63	55,02	10,76	-0,22	17	39
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	148	49,83	10,24	-0,23	41	40
UNIVERSIDAD DEL SINÚ -Elías Bechara Zainúm-	28	49,35	10,13	-0,25	46	41
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	18	54,83	10,62	-0,27	21	42
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	23	56,86	10,56	-0,34	27	43
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	17	54,17	10,42	-0,35	34	44
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC	74	49,85	10,41	-0,35	35	45
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	15	51,08	10,18	-0,41	44	46
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	37	50,47	10,19	-0,47	43	47

**Tabla 54** Clasificación grupo de referencia lectura crítica Saber Pro 2015. Fuente propia

## 8.7 Competencia de Inglés Saber Pro 2015

$$\widehat{SaberPro\ Ingles}_{ij} = 7.530 + 0.265Genero_{ij} + 0.159Estrato_{ij} + 0.038Ingles_{ij} - 0.709Metodologia_j + 0.028Metodologia_jIngles_{ij} + u_{0j} \quad (32)$$

Analizando los estimadores de la ecuación (37) para la competencia de inglés 2015, se puede mencionar que: el género masculino favorece el puntaje de la competencia, a mayor estrato mejores resultados, el nivel del colegio en inglés favorece los resultados, las universidades privadas favorecen los resultados, la metodología presencial favorece los resultados, a mayor matrícula se observan mejores resultados.

Además, para las variables anidadas se puede mencionar que: la metodología presencial está relacionada con el nivel de inglés. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado de la competencia de inglés para el año 2015:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Inglés 2015						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiantes	Media aritmética Inglés Saber 11	Media aritmética Inglés Saber Pro 2015	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética Inglés 2015	Posición valor agregado Inglés 2015
		<b>Media 53,81</b>	<b>Media 10,95</b>			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	112	68,56	12,75	0,60	5	1
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	63	55,33	11,76	0,59	8	2
FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	34	66,96	12,78	0,59	4	3
UNIVERSIDAD EAFIT-	41	70,72	13,06	0,53	3	4
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	98	58,31	11,80	0,44	7	5
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	47	75,14	13,15	0,40	2	6
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	141	44,62	10,09	0,36	43	7
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC-	21	49,45	11,05	0,24	17	8
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	41	83,58	13,60	0,23	1	9
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	43	59,39	11,69	0,22	10	10
UNIVERSIDAD ICESI	16	70,13	12,60	0,21	6	11
UNIVERSIDAD EAN	15	53,66	11,38	0,20	13	12
UNIVERSIDAD DE IBAGUE -CORUNIVERSITARIA-	21	53,55	11,32	0,18	15	13
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	107	46,53	9,89	0,17	47	14
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	155	45,62	9,96	0,16	45	15

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	57	55,38	11,36	0,16	14	16
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	111	46,91	10,13	0,15	42	17
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	46	52,65	11,09	0,12	16	18
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	15	49,26	10,85	0,10	23	19
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	13	61,15	11,72	0,07	9	20
UNIVERSIDAD DEL VALLE	71	61,88	11,61	0,07	11	21
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	25	50,56	10,86	0,04	22	22
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	38	58,06	11,42	0,00	12	23
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	35	49,36	10,61	-0,02	28	24
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	13	49,67	10,69	-0,04	26	25
UNIVERSIDAD DE CALDAS	67	54,48	11,00	-0,07	19	26
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	17	46,65	10,31	-0,08	37	27
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	20	47,40	10,41	-0,09	35	28
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	63	55,50	11,01	-0,10	18	29
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	12	51,44	10,47	-0,19	32	30
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC	74	49,15	10,43	-0,20	33	31
UNIVERSIDAD CENTRAL	34	54,93	10,89	-0,21	21	32
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA	24	50,49	10,48	-0,23	30	33
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	23	54,44	10,64	-0,24	27	34
UNIVERSIDAD MARIANA	31	51,06	10,55	-0,24	29	35
UNIVERSIDAD LIBRE	55	52,37	10,69	-0,26	25	36
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	15	56,78	10,97	-0,26	20	37
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	43	49,66	10,38	-0,27	36	38
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	18	52,22	10,48	-0,28	31	39
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	55	48,78	10,27	-0,29	39	40
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	148	48,03	10,27	-0,32	38	41
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	15	47,89	9,90	-0,32	46	42
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	17	51,07	10,16	-0,33	41	43
UNIVERSIDAD DEL SINÚ -Elías Bechara Zainúm-	28	49,80	10,24	-0,38	40	44
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	37	48,84	10,02	-0,40	44	45
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	42	51,85	10,41	-0,40	34	46
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	18	60,58	10,75	-0,59	24	47

**Tabla 55** Clasificación grupo de referencia Inglés Saber Pro 2015. Fuente propia

### 8.8 Competencia de Competencias ciudadanas Saber Pro 2015

$$\begin{aligned}
 \widehat{SaberPro\ Ciudadanas}_{ij} = & 7.703 + 0.087Estrato_{ij} + 0.039Sociales_{ij} - 0.176Privada_j \\
 & -0.438Metodologia_j + u_{0j} \qquad (33)
 \end{aligned}$$

Analizando los estimadores de la ecuación (39) para la competencia de competencias ciudadanas 2015, se puede mencionar que: a mayor estrato mejores resultados, el nivel del colegio en sociales favorece los resultados, las universidades oficiales favorecen los resultados, la metodología a distancia favorece los resultados. A continuación se presenta la tabla de clasificación de media aritmética y de valor agregado para competencias ciudadanas para el año 2015:

Clasificación Ingeniería de Sistemas y carreras afines Competencias ciudadanas 2015						
Universidad /Programa de ingeniería de sistemas y programas afines	Estudiantes	Media aritmética Sociales Saber 11	Media aritmética Competencias Ciudadanas Saber Pro 2015	Efecto aleatorio intercepto de universidad	Posición por media aritmética competencias ciudadanas Saber Pro 2015	Posición valor agregado competencias ciudadanas Saber Pro 2015
		<b>Media 55,88</b>	<b>Media 10,3</b>			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	112	59,66	11,25	0,46	1	1
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	98	58,48	11,15	0,45	3	2
UNIVERSIDAD ICESI	16	58,49	11,20	0,36	2	3
UNIVERSIDAD EAFIT-	41	61,33	11,09	0,28	5	4
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	63	56,96	10,88	0,27	7	5
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	41	62,55	11,15	0,27	4	6
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	47	57,61	10,90	0,26	6	7
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	57	53,45	10,78	0,24	8	8
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD	141	48,51	9,94	0,15	37	9
UNIVERSIDAD DEL VALLE	71	56,80	10,73	0,12	9	10
UNIVERSIDAD EAN	15	54,56	10,53	0,11	13	11
FUNDACION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLOMBIA -FUAC-	21	50,83	10,31	0,08	22	12
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA	13	56,66	10,61	0,08	10	13
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	46	52,71	10,52	0,06	15	14
UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	12	53,20	10,37	0,05	19	15
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	18	50,90	10,44	0,05	16	16
UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN-UMB-	25	51,84	10,30	0,05	23	17
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	155	48,15	9,80	0,02	43	18
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	111	49,84	9,91	0,01	39	19
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN	18	54,03	10,37	0,01	18	20
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	43	54,77	10,54	0,00	12	21
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	17	50,85	10,28	0,00	24	22
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI	15	47,63	10,03	0,00	35	23

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	20	52,52	10,37	0,00	20	24
FUNDACION UNIVERSIDAD DEL NORTE	34	59,56	10,57	-0,02	11	25
UNIVERSIDAD DE CALDAS	67	55,24	10,52	-0,02	14	26
UNIVERSIDAD LIBRE	55	49,65	10,13	-0,03	31	27
UNIVERSIDAD MARIANA	31	51,39	10,15	-0,03	30	28
UNIVERSIDAD DE IBAGUE -CORUNIVERSITARIA-	21	50,76	10,12	-0,05	32	29
UNIVERSIDAD CENTRAL	34	53,67	10,24	-0,05	25	30
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	15	56,14	10,36	-0,05	21	31
UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE	13	51,30	10,08	-0,07	33	32
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	107	50,17	9,68	-0,09	45	33
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	38	53,62	10,19	-0,10	27	34
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	63	55,15	10,39	-0,11	17	35
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	35	52,23	10,20	-0,11	26	36
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	17	52,56	10,15	-0,12	29	37
UNIVERSIDAD DEL SINÚ -Elías Bechara Zainúm-	28	47,67	9,84	-0,13	42	38
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	55	48,66	9,89	-0,13	40	39
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	148	49,86	9,92	-0,18	38	40
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC	74	50,82	10,08	-0,22	34	41
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	43	53,38	10,16	-0,22	28	42
UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA	24	53,07	9,87	-0,26	41	43
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	23	55,77	10,03	-0,28	36	44
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	15	47,59	9,59	-0,30	46	45
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	37	50,47	9,73	-0,39	44	46
CORPORACION UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	42	49,13	9,54	-0,44	47	47

**Tabla 56** Clasificación grupo de referencia competencias ciudadanas Saber Pro 2015. Fuente propia.

Comparando los resultados de las clasificaciones para las competencias genéricas de 2015 y de 2016, no se pueden comparar directamente debido a que los grupos de referencia y las escalas de medición son diferentes. Pero con respecto a las posiciones por ejemplo consideremos las tablas 49 y 53, que son clasificaciones para razonamiento cuantitativo 2015 y 2016, los tres primeros lugares son las mismas Universidades la de Antioquia, la Nacional y los Andes, solo hay un cambio entre el primero y el segundo lugar de posición. Con respecto a posiciones intermedias se mantienen, pero con respecto a la parte de debajo de la tabla se observa cambios por que entraron nuevas universidades, por ejemplo la universidad Cooperativa pasa del puesto 35 en 2015 al puesto 56 en 2016. Pero para poder comparar las tablas de clasificación y poder hacer una verdadera comparación conveniente hacerlo con tablas del año 2016 en adelante.

## 9. Conclusiones

Teniendo en cuenta los objetivos y los resultados logrados, se puede concluir:

- Se conformó el grupo de referencia para el programa de ingeniería de sistemas y carreras afines, no se consideraron los que presentaron menos de 10 estudiantes a la prueba, el grupo del 2015 quedó formado por 47 universidades y 2257 estudiantes y el grupo del 2016 quedó integrado por 63 universidades y 2297 estudiantes.
- Se eligieron las variables pertinentes para capturar los efectos académicos del estudiante en los exámenes estatales de Saber Pro 2015 y Saber Pro 2016, los aportes sociodemográficos y familiares.
- Se analizaron comparativamente las ecuaciones estimadas para los modelos lineales mixtos propuestos, para las variables escogidas, se utilizaron los criterios de información de Akaike y el Bayesiano de Schwarz y la significación de los estimadores, para escoger los modelos de mejor ajuste para las 4 competencias del 2015 y 4 competencias del 2016.
- Esta medida del efecto aula es construida a través de los exámenes estandarizados de Saber Pro, realizados por el gobierno colombiano a través del ICFES, como esta prueba es obligatoria para todos los estudiantes en sus últimos semestres, se tiene un nivel de confiabilidad para la comparación entre los sujetos del grupo de referencia.
- Se clasificaron todos los programas del grupo de referencia, usando el criterio del intercepto aleatorios de cada uno. Lo que permitió valorar los méritos de los esfuerzos al interior de la Universidad.



- El estudio encontró que al interior del grupo de referencia hay universidades que aportan valor agregado, otras que solo mantienen y un tercer grupo que sus condiciones desfavorecen el desarrollo de las competencias.
- Cada modelo encontrado en este trabajo, es particular para la competencia y la muestra del *dataset* estudiado, pero la metodología realizada es aplicable a cualquier carrera colombiana, que presente el examen estandarizado Saber Pro.

Este trabajo deja cómo insumo una medida del comportamiento de cada programa, al considerar las condiciones de salida de sus estudiantes y al permitir la comparación con los demás programas, información importante que puede usarse por los directivos, para la identificación de debilidades y fortalezas académicas, y llevar a la realización de planes de mejoramiento académico.

Por otra parte este estudio produce un insumo para hablar de la calidad de la educación superior de los programas de ingeniería de sistemas y computación y carreras afines, al valorar numéricamente el efecto aula a través del intercepto aleatorio, lo que permite una comparación del valor agregado en las competencias entre los programas del grupo de referencia, pertenecientes a un conjunto de universidades con condiciones muy heterogéneas.

Las ecuaciones de valor agregado de mejor ajuste, pueden ser utilizadas para pronosticar los resultados de Saber Pro de los estudiantes que presentaran el examen el siguiente año, con lo que las instituciones podrían aprovechar ese último año de estudio antes de la presentación del examen para fortalecer las debilidades de sus estudiantes.

## **10. Trabajos futuros**

Dentro de los posibles trabajos futuros en esta área se recomendaría realizar la revisión sobre los puntos mencionados a continuación:

- Desarrollar un módulo de analítica de datos para plataforma web, que permita automatizar el proceso de medir el valor agregado para las competencias genéricas para cualquier grupo de referencia perteneciente a cualquier carrera que presente el Examen Saber Pro.
- Aplicar la misma metodología de este trabajo a las competencias genéricas de otras carreras, que también sean evaluadas con el examen estandarizado de Saber Pro.
- Estudiar la forma de medir el valor agregado para las competencias específicas de los programas, medidas en Saber Pro, que no se relacionan directamente con los componentes de Saber 11.
- Estudiar un método no paramétrico de efectos mixtos, estimación gaussiana u otra técnica que permita quitar o disminuir la endogeneidad estructural de las variables por la relación de los puntajes Saber Pro y Saber 11 del mismo estudiante, que pueden afectar el cálculo del valor agregado y los análisis.
- Un estudio de caso sobre los programas con un alto valor agregado, para identificar las metodologías y estrategias exitosas en los programas de ingeniería de sistemas y computación.
- Realizar un estudio por remuestreo y simulación que permita valorar si el desbalance por la variabilidad del número de estudiantes que presentan las universidades al examen Saber Pro, afecta significativamente el cálculo del valor agregado calculado por la ecuación lineal mixta.

## 11. Bibliografía

- Snies.mineduacion.gov.co. (2018). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. [online] Available at: <https://snies.mineduacion.gov.co/consultasnies/institucion#> [Accessed 19 Mayo. 2018].
- Mineduacion.gov.co. (2018). Ley 1188 de Abril 25 de 2008 - ...:Ministerio de Educación Nacional de Colombia::... [online] Available at: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-159149.html> [Accessed 19 Mayo. 2018].
- Mineduacion.gov.co. (2018). [online] Available at: [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-229430\\_archivo\\_pdf\\_decreto1295.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-229430_archivo_pdf_decreto1295.pdf) [Accessed 19 Mayo. 2018].
- Civico.com. (2018). ¿Dónde estudiar? 10 universidades económicas de Bogotá. [online] Available at: <https://www.civico.com/BOGOTÁ/noticias/donde-estudiar-10-universidades-economicas-de-BOGOTÁ> [Accessed 19 Mayo. 2018].
- Estás son las universidades más costosas en Colombia para estudiar medicina - El Pilón | Noticias de Valledupar, El Vallenato y el Caribe Colombiano. (2018). Retrieved from

- <http://elpilon.com.co/estás-las-universidades-mas-costosas-colombia-estudiar-medicina/>
- Profesores universitarios, a. (2018). Profesores universitarios, asfixiados laboralmente | ELESPECTADOR.COM. Retrieved from <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/profesores-universitarios-asfixiados-laboralmente-articulo-750828>
  - ¿Ser profe paga?. (2018). Retrieved from <https://www.semana.com/educacion/articulo/cuanto-gana-un-profesor-universitario-en-colombia/518646>
  - De, I. I., & Artículo, S. (2009). Reglamentación Prueba Saber Pro ( ECAES ).
  - Rodríguez, G., Viviana, A., Lorduy, G., & Dau, M. A. (2014). CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR A DISTANCIA Y VIRTUAL: UN ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ACADÉMICO EN COLOMBIA\* Quality of higher education for distance and virtual learning: An analysis of academic performance in Colombia, 22(1), 2011–7574. <https://doi.org/10.14482/indes.22.1.6079>
  - Vélez, C. M. (2003). Decreto número 1781 de 2003. *Decreto Número 1781 de 2003, 2003*(junio 26), 2.
  - Universidades públicas abren 4.500 cupos para estudiar nuevos programas en jornada nocturna - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2018). Retrieved from <https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-357210.html>
  - De, I. I., & Artículo, S. (2009). Reglamentación Prueba Saber Pro ( ECAES ).
  - Rodríguez, G., Viviana, A., Lorduy, G., & Dau, M. A. (2014). CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR A DISTANCIA Y VIRTUAL: UN ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ACADÉMICO EN COLOMBIA\* Quality of higher education for distance and virtual learning: An analysis of academic performance in Colombia, 22(1), 2011–7574. <https://doi.org/10.14482/indes.22.1.6079>
  - Vélez, C. M. (2003). Decreto número 1781 de 2003. *Decreto Número 1781 de 2003, 2003*(junio 26), 2.
  - (2018). Retrieved from [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205955\\_archivo\\_pdf\\_decreto3963.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-205955_archivo_pdf_decreto3963.pdf)
  - "article";, ¿. (2018). ¿Para qué sirven las pruebas Saber Pro? | ELESPECTADOR.COM. Retrieved from <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/vivir/sirven-pruebas-saber-pro-articulo-352085>
  - Blanco, C. (2018). Valor agregado y Aporte relativo - ICFES Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. Retrieved from <http://www.ICFES.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo>
  - De la Cruz, F. (2008). Modelos multinivel. *Revista peruana de epidemiología, 12*(3).

- Manzi, J., San Martín, E., & Van Belleghem, S. (2014). School system evaluation by value added analysis under endogeneity. *Psychometrika*, 79(1), 130-153.
- Montero, R. (2011): Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.
- Gujarati, D. (2007). “Econometría”. McGrawHill. Cuarta Edición.
- Raudenbush, S. y Bryk, A. (2002). Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage
- Correa, J. & Salazar, J. (2016). Introducción a los modelos mixtos. Universidad Nacional de Medellín. Colombia.
- ICFES (2015). Guías de orientación módulo de Lectura Crítica, razonamiento cuantitativo, inglés, competencias ciudadanas Saber Pro 2015-2. <http://www2.ICFES.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-pro/guias-de-orientacion>. Colombia.
- ICFES (2016). Guías de orientación módulo de Lectura Crítica, razonamiento cuantitativo, inglés, competencias ciudadanas Saber Pro 2015-2. <http://www2.ICFES.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-pro/guias-de-orientacion>. Colombia.
- ICFES (2010). Guías de orientación Saber 11: lenguaje, matemáticas, inglés, física, sociales, Biología, filosofía y química. <https://sites.google.com/a/turboeducado.edu.co/pruebasaber/saber-11-2010>. Colombia.
- Manuel, J., & Calderón, S. (2017). Saber Pro Competencias Específicas Módulo de Formulación de Proyectos de Ingeniería.
- Koedel, C., Mihaly, K., & Rockoff, J. E. (2015). Value-added modeling: A review. *Economics of Education Review*, 47, 180–195. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2015.01.006>
- Blanco-Blanco, Á., López Martín, E., & de Miguel, C. R. (2014). Aportaciones de los modelos jerárquico-lineales multivariados a la investigación educativa sobre el rendimiento. Un ejemplo con datos del alumnado español en PISA 2009. *Revista de Educación*, (365), 122–149. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2014-365-267>
- Muñoz, I. (2016). Modelo de Valor Agregado: una implementación para el caso de la educación superior en Colombia., 91. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/51011/1/1020749580.2016.pdf>
- Rodríguez Revilla, R. (2015). Medición del valor agregado para la educación superior en Bogotá. *Tesis de Magíster*, 49.
- Rodríguez, R., & López, D. (2016). El valor agregado de la educación superior en la formación en segunda lengua en Colombia 1. *Civilizar*, 16(30), 119–136.

- Bogoya, J., & Bogoya, J. (2013). Un modelo matemático para el valor académico agregado: Caso de la educación superior en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 33(2), 76–81. Retrieved from [https://www.mendeley.com/research-papers/academic-valueadded-mathematical-model-higher-education-colombia-un-modelo-matemático-para-el-valor-3/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.17.11&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7Bbb6445ab-dcbd-4308-b916-fe813](https://www.mendeley.com/research-papers/academic-valueadded-mathematical-model-higher-education-colombia-un-modelo-matemático-para-el-valor-3/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.11&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bbb6445ab-dcbd-4308-b916-fe813)
- Coschiza, C. C., Martín Fernández, J., Gapel Redcozub, G., Nievas, M. E., & Ruiz, H. E. (2016). Características socioeconómicas y rendimiento académico. El caso de una universidad argentina. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 14.3 (2016), 51–76. <https://doi.org/10.15366/reice2016.14.3.003>
- Monroy-mateus, A. F., Aguirre-lara, C., & Espitia-cubillos, A. A. (2018). Propuesta metodológica para identificar el valor agregado de programas de ingeniería a partir del análisis de resultados de pruebas, *13(25)*, 102–107.
- Garai, J. M. (2017). A characterization of a value added model and a new multi-stage model for estimating teacher effects within small school systems.
- Orejuela Ríos, C. A. Valor agregado en la educación superior. Aplicación para las competencias genéricas en las pruebas saber Pro 2012 (Doctoral dissertation).
- Caballero Díaz, F. F. (2011). Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales. Granada: Universidad de Granada.

## ANEXO A

Inicialmente se hizo un análisis de la estructura de lo que fue evaluado a los estudiantes en las pruebas SABER PRO 2015 y SABER PRO 2016, con el fin de determinar los aspectos considerados por el ICFES en cada una de las competencias genéricas. Simultáneamente se estudiaron los componentes de la prueba Saber 11 en el periodo comprendido entre los años 2006 a 2014 y que fue presentada por los mismos estudiantes al finalizar su bachillerato.

Para poder realizar este análisis comparativo se realizaron las siguientes tablas que son un resumen del material tomado de las guías de Orientación del ICFES 2015 y 2016. (ICFES, 2018) las tablas descriptivas se encuentran a continuación:

Competencia Genérica Saber Pro		
	Aspectos a evaluar	Evidencias en las pruebas Saber Pro
Comunicación escrita	Este módulo evalúa la competencia para comunicar ideas por escrito referidas a un tema dado.	<p>El planteamiento que se hace en el texto.</p> <p>Mide el nivel de desarrollo que el estudiante hace de un tema propuesto, usando adecuadamente mecanismos que le den unidad y coherencia a un texto planteado (Se evalúa mejor los escritos en los que el tema dado se analice desde perspectivas innovadoras, se complejicen los planteamientos de manera efectiva y se establezca claramente a qué se hace referencia en la argumentación).</p>
	La organización del texto.	<p>Mide el nivel que el estudiante hace del uso adecuado de un esquema para comunicar un planteamiento, que incluye el uso adecuado de distintos mecanismos para dar cohesión a la exposición de sus ideas (secuencialidad, uso de signos de puntuación, uso de conectores, etcétera). La Evaluación será alta cuando en la escritura haya evidencia de planeación, es decir, se note que el autor pensó en cómo expresar sus ideas de manera efectiva y ordenada, siguió esquemas adecuados al tipo de tarea propuesto y definió bien los párrafos que componen el texto.</p>
	La forma de la expresión.	<p>Mide el nivel que el estudiante hace de la selección del lenguaje, considera el rol social del interlocutor y el propósito comunicativo de los escritos, y evalúa si el texto cumple su función comunicativa: hacer una solicitud, sustentar un planteamiento, indicar cómo han de ejecutarse unas tareas, etcétera, o sea, si la redacción es socialmente efectiva. Se asignan evaluaciones altas a aquellos textos en los que se aprecie que el estudiante adecua su discurso a las características del destinatario que se le ha indicado en la tarea; es decir, considera el nivel de conocimientos</p>

			y el estatus del lector y selecciona el lenguaje y los conceptos apropiados para alcanzar efectivamente su propósito comunicativo; también se tendrá en cuenta que los textos hagan un uso adecuado del vocabulario y haya cierta elaboración del lenguaje mediante la integración de recursos estilísticos como metáforas, comparaciones, citas, etcétera.
Lectura Crítica	Se evalúa las capacidades de entender, interpretar y evaluar textos que pueden encontrarse tanto en la vida cotidiana, como en ámbitos académicos no especializados.	a. Identificar y entender los contenidos locales que conforman un texto	El estudiante entiende el significado de los elementos locales que constituyen un texto.
			El estudiante identifica los eventos narrados de manera explícita en un texto (literario, descriptivo, caricatura o cómic) y los personajes involucrados (si los hay).
		b. Comprender cómo se articulan las partes de un texto para darle un sentido global.	El estudiante comprende la estructura formal de un texto y la función de sus partes.
			El estudiante identifica y caracteriza las diferentes voces o situaciones presentes en un texto.
			El estudiante comprende las relaciones entre diferentes partes o enunciados de un texto.
			El estudiante identifica y caracteriza las ideas o afirmaciones presentes en un texto informativo.
			El estudiante identifica el tipo de relación existente entre diferentes elementos de un texto discontinuo.
		c. Reflexionar a partir de un texto y evaluar su contenido.	El estudiante establece la validez e implicaciones de un enunciado de un texto argumentativo o expositivo.
			El estudiante establece relaciones entre un texto y otros textos o enunciados.
			El estudiante reconoce contenidos valorativos presentes en un texto.
			El estudiante reconoce las estrategias discursivas en un texto.
			El estudiante contextualiza adecuadamente un texto o la información contenida en él.
Razonamiento cuantitativo	En el marco de las pruebas Saber, el ICFES ha adoptado como definición de razonamiento cuantitativo al conjunto de elementos de las matemáticas (sean estos conocimientos o competencias) que permiten a un ciudadano tomar parte activa e informada en el contexto social, cultural, político, administrativo, económico, educativo y laboral.	1. Interpretación	1.1 Da cuenta de las características básicas de la información presentada en diferentes formatos (como series, gráficas, tablas y esquemas).
			1.2 Transforma la representación de una o más piezas de información.
		2. Formulación y ejecución	2.1 Diseña planes para la solución de problemas que involucran información cuantitativa o esquemática.
			2.2 Ejecuta un plan de solución para un problema que involucra información cuantitativa o esquemática
			2.3 Resuelve un problema que involucra información cuantitativa o esquemática.
		3. Argumentación	3.1 Plantea afirmaciones que sustentan o refutan una interpretación dada a la información disponible en el marco de la solución de un problema.
			3.2 Argumenta a favor o en contra de un procedimiento para resolver un problema a la luz de criterios presentados o establecidos.
			3.3 Establece la validez o pertinencia de una solución propuesta a un problema dado.
		Competencias ciudadanas	Se evalúa los conocimientos y habilidades que posibilitan la construcción de marcos de comprensión del entorno, los cuales
1.1.2 Reconoce que la Constitución promueve la diversidad étnica y cultural del país, y que es deber del Estado protegerla.			
1.1.3 Comprende que Colombia es un Estado social de derecho e identifica sus características.			
1.2.1 Conoce los derechos fundamentales de los individuos.			

	promueven el ejercicio de la ciudadanía y la coexistencia inclusiva dentro del marco que propone la Constitución Política de Colombia.	1.2 Conoce los derechos y deberes que la Constitución consagra.	1.2.2 Reconoce situaciones en las que se protegen o vulneran los derechos sociales, económicos y culturales consagrados en la Constitución.
		1.3 Conoce la organización del Estado de acuerdo con la Constitución.	1.2.3 Conoce los derechos colectivos y del ambiente consagrados en la Constitución.
			1.2.4 Conoce que la Constitución consagra deberes de los ciudadanos.
			1.3.1 Conoce las funciones y alcances de las ramas del poder y de los organismos de control.
			1.3.2 Conoce los mecanismos que los ciudadanos tienen a su disposición para participar activamente en la democracia y para garantizar el respeto de sus derechos.
		2. 1 Analiza y evalúa la pertinencia y solidez de enunciados- discursos	1.3.3 Devela prejuicios e intenciones en enunciados o argumentos.
			1.3.4 Valora la solidez y pertinencia de enunciados o argumentos.
		3.1 Reconoce la existencia de diferentes perspectivas en situaciones en donde interactúan diferentes partes.	2.1.1 Devela prejuicios e intenciones en enunciados o argumentos.
			2.1.2 Valora la solidez y pertinencia de enunciados o argumentos.
		3.2 Analiza las diferentes perspectivas presentes en situaciones en donde interactúan diferentes partes.	3.1.1 En situaciones de interacción, reconoce las posiciones o intereses de las partes presentes y puede identificar un conflicto.
			3.1.2 Reconoce que las cosmovisiones, ideologías y roles sociales, determinan diferentes argumentos, posiciones y conductas.
		4.1 Comprende que los problemas y soluciones involucran distintas dimensiones y reconoce relaciones entre éstas.	3.2.1 Compara las perspectivas de diferentes actores.
			3.2.2 Establece relaciones entre las perspectivas de los individuos presentes en un conflicto y propuestas de solución.
			4.1.1 Establece relaciones que hay entre dimensiones presentes en una situación problemática.
4.1.2 Analiza los efectos en distintas dimensiones que tendría una solución.			
Inglés	Se evalúa la competencia para comunicarse efectivamente en inglés, y está alineado con el Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER), que permite clasificar a los examinados en 5 niveles de	-A1	El estudiante que se ubica en este nivel no supera las preguntas de menor complejidad de la prueba.
		A1	El estudiante es capaz de comprender y utilizar expresiones cotidianas de uso muy frecuente, así como frases sencillas destinadas a satisfacer necesidades de tipo inmediato.
			Puede presentarse él mismo y ante otros, pedir y dar información personal básica sobre su domicilio, sus pertenencias y las personas que conoce.



	desempeño: -A1, A1, A2, B1 y B2.		Puede relacionarse de forma elemental siempre que su interlocutor hable despacio y con claridad y esté dispuesto a cooperar.
		A2	El estudiante es capaz de comprender frases y expresiones de uso frecuente relacionadas con áreas de experiencia especialmente relevantes (información básica sobre él mismo y su familia, compras, lugares de interés, ocupaciones, etc.).
			Sabe comunicarse a la hora de llevar a cabo tareas simples y cotidianas que no requieran más que intercambios sencillos y directos de información sobre cuestiones conocidas o habituales.
			Sabe describir en términos sencillos aspectos de su pasado y su entorno, así como cuestiones relacionadas con sus necesidades inmediatas.
		B1	El estudiante es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en lengua estándar, si tratan cuestiones conocidas, ya sea en situaciones de trabajo, de estudio o de ocio.
			Sabe desenvolverse en la mayoría de situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua.
			Es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas que le son familiares o en los que tiene un interés personal.
			Puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes.
		B2	El estudiante es capaz de entender las ideas principales de textos complejos que traten de temas concretos abstractos, incluso si son de carácter técnico, siempre que estén dentro de su especialización.
			Puede relacionarse con hablantes nativos con un grado suficiente de fluidez y naturalidad, de modo que la comunicación se realice sin esfuerzo por ninguno de los interlocutores.
			Puede producir textos claros y detallados en torno a temas diversos, así como defender un punto de vista sobre temas generales indicando los pros y los contras de las distintas opciones.

**Tabla 1** Descripción competencias genéricas Saber Pro 2015 y 2016. Fuente propia.

Recopilación de los componentes de lenguaje, matemáticas, química, sociales, biología, física e inglés del núcleo común de las pruebas Saber 11 utilizados hasta el año 2014.

Competencias Saber 11		
	Competencia comunicativa	Acciones propias de la competencia comunicativa
Lenguaje	La acción interpretativa	Alude fundamentalmente al fenómeno de la constitución de los diversos sentidos que circulan en los textos. Interpretación que no debe ser entendida como “captar el sentido que un autor ha asignado a determinado texto”. La interpretación es una acción que se caracteriza por la participación del lector en su construcción.
	La acción argumentativa	Fundada en la interpretación, es una acción contextualizada que busca dar explicación de las ideas que articulan y dan sentido a un texto. En tal sentido, el estudiante (Lector) no argumenta desde un discurso previamente elaborado sino en razón de las ideas expuestas en el texto, las cuales actualizan los saberes del lector respecto al tema abordado en un discurso específico.
	La acción propositiva	Fundada en la interpretación, se caracteriza por ser una actuación crítica, que exige la puesta en escena de los saberes del lector, lo cual permite el planteamiento de opciones o alternativas ante las situaciones o problemáticas presentes en un texto. Es claro que la propuesta o alternativa está sujeta al contexto creado por el texto.
	Componente	Descripción
	Función semántica de la	Este grupo de preguntas indaga por la función que cumplen los elementos microtextuales y locales en la construcción del sentido del texto.

	información local	
	Configuración del sentido global del texto	Los interrogantes de este grupo preguntan por el universo de sentido que cada texto propone. También invitan a la realización de lecturas sintagmáticas y paradigmáticas, con el fin de establecer relaciones entre lo dicho y lo sugerido.
	Del sentido del texto	Este grupo de preguntas indaga por lo dicho en el texto en relación con otros textos.
	<b>Componentes</b>	<b>Descripción</b>
Matemáticas	Descripción Numérico-variacional	Alude al significado del número y sus diferentes usos; a la estructura del sistema de numeración; al significado y utilización de las operaciones, así como a la comprensión de sus propiedades y las relaciones entre sí; al reconocimiento de regularidades y patrones; a la identificación de variables; a la descripción de fenómenos de cambio y dependencia; a la variación en contextos aritméticos y geométricos; y al concepto de función.
	Geométrico	Está relacionado con la construcción y manipulación de representaciones de objetos bidimensionales y tridimensionales, además de sus características, relaciones y transformaciones. También se refiere a la comprensión del espacio y el plano a través de la observación de patrones y regularidades, así como al razonamiento geométrico y a la solución de problemas de medición (longitud, área, volumen, capacidad, masa, tiempo, entre otras) a partir de la selección de unidades, patrones e instrumentos pertinentes.
	Aleatorio	Indaga por la lectura, representación e interpretación de datos extraídos de contextos no matemáticos (encuestas, resultados de experimentos, entre otros); el análisis de diversas formas de representación de información numérica; la elaboración de conjeturas sobre regularidades y tendencias presentadas en fenómenos estadísticos y probabilísticos; y el uso de medidas de centralización, posición, dispersión y forma.
	<b>Competencias</b>	<b>Descripción</b>
	Comunicación	Se refiere a la capacidad para identificar la coherencia de una idea respecto a los conceptos matemáticos expuestos en una situación o contexto determinado, la capacidad de usar diferentes tipos de representación, describir relaciones matemáticas a partir de una tabla, una gráfica, una expresión simbólica o una situación descrita en lenguaje natural. También se evalúa, dentro de esta competencia, la habilidad para manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas, es decir, el uso y la interpretación del lenguaje matemático.
	Razonamiento	Se relaciona con aspectos cómo la identificación de diferentes estrategias y procedimientos puestos en acción en el tratamiento de situaciones problema, la formulación de hipótesis, la conjuración y exploración de ejemplos y contraejemplos, la identificación de patrones y la generalización de propiedades
	Solución de problemas	Se refiere a la capacidad de plantear y resolver problemas a partir de contextos matemáticos y no matemáticos, de traducir la realidad a una estructura matemática y de verificar e interpretar resultados a la luz de un problema, de manera que se generalicen soluciones y estrategias que resuelvan nuevas situaciones
	<b>Competencias</b>	<b>Descripción</b>
	Uso comprensivo del conocimiento científico	Esta competencia está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas. No se trata de que el estudiante repita de memoria los términos técnicos ni sus definiciones, sino que los comprenda y aplique en la resolución de problemas. Las preguntas de las pruebas buscan que el estudiante relacione los conocimientos adquiridos con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de conceptos a un uso comprensivo de ellos.
	Uso comprensivo del conocimiento científico	Se relaciona con la capacidad para construir explicaciones, así como para comprender argumentos y modelos que den razón de los fenómenos. Esta competencia conlleva una actitud crítica y analítica en el estudiante que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación. Es posible explicar un mismo hecho utilizando representaciones conceptuales pertinentes de diferente grado de complejidad.

	Indagación	Se refiere a la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados, así como para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esos interrogantes. El proceso de indagación en ciencias implica, entre otras cosas, observar detenidamente la situación, plantear preguntas, buscar relaciones de causa-efecto, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones, además de organizar y analizar resultados. En el aula, no se trata de que el alumno repita un protocolo establecido o elaborado por el maestro, sino de que éste plantee sus propios interrogantes y diseñe su propio procedimiento.
Química	Componente	Descripción
	Aspectos analíticos de sustancias	Incluye aspectos relacionados con el análisis cualitativo y cuantitativo de las sustancias. En el primero se evalúan problemas en los que se pretende establecer cuáles son sus componentes y las características que permiten diferenciarlas; en el segundo se valoran situaciones en las que debe determinarse la cantidad de cada uno de sus compuestos.
	Aspectos fisicoquímicos de sustancias	En éste se analizan la composición, la estructura y las características de las sustancias desde la teoría atómico-molecular y desde la termodinámica. El primer referente muestra cómo son los átomos, los iones o las moléculas, además de la forma cómo se relacionan con sus estructuras químicas; el segundo permite comprender las condiciones termodinámicas en las que hay mayor probabilidad de que un material cambie física o fisicoquímicamente.
	Aspectos analíticos de mezclas	En él se describen cualitativamente tanto los componentes de una mezcla, cómo las particularidades que permiten diferenciarla de otras. En lo cuantitativo se determinan las proporciones de los elementos que la conforman y se miden sus características distintivas. Por ello, no sólo se abordan las técnicas para el reconocimiento, la separación o la medición de mezclas, sino también las consideraciones teóricas en las que se fundamentan.
	Aspectos fisicoquímicos de mezclas	Las interpretaciones de este componente se realizan desde la teoría atómica y molecular, cuyos enunciados caracterizan la visión discontinua de la materia (conformada por partículas), y desde la termodinámica, que interpreta a los materiales en su interacción energética con el medio.
	Aspectos fisicoquímicos de mezclas	Desde el primer referente se interpreta la constitución de las entidades químicas (átomos, iones o moléculas) que conforman el material y cómo interaccionan de acuerdo con su constitución. Complementariamente, desde la termodinámica se contemplan las condiciones en las que el material puede conformar la mezcla (relaciones de presión, volumen, temperatura y número de partículas).
Física	Componente	Descripción
	Mecánica clásica	El surgimiento de la mecánica newtoniana conlleva importantes preguntas como: ¿respecto a quién o a qué se mueve un cuerpo? ¿Por qué cambia su movimiento? ¿Es ésta una de sus características intrínsecas? En este componente se ve el carácter direccional de algunas magnitudes físicas involucradas en el análisis del movimiento de un cuerpo (posición, velocidad, cantidad de movimiento, fuerza, aceleración y energía), lo que implica el establecimiento de un sistema de referencia respecto al cual éstas deben caracterizarse, además de las maneras de ilustrarlas gráficamente.
	Termodinámica	El problema fundamental de esta disciplina es predecir el estado de equilibrio termodinámico de un sistema después de levantar una ligadura interna. En términos menos complejos puede afirmarse que su objeto tiene que ver principalmente con las relaciones entre la energía interna, la temperatura, el volumen, la presión y el número de partículas de un sistema.
	Eventos ondulatorios	Los eventos ondulatorios requieren un sistema de referencia y deben describirse en términos de velocidad de fase, fase, frecuencia, amplitud de la onda y valor de la ecuación de onda para un instante o punto determinado. Este componente hace referencia a las interacciones onda-partícula y onda-onda, de manera que se aborden los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, polarización e interferencia, en relación con el principio de superposición. Aquí se incluye el análisis de los modelos ondulatorios de la luz y del sonido. El componente remite, en síntesis, al análisis de la ecuación de onda, a partir de la cual es posible detenerse en el tiempo y analizar la función de la posición, o ubicarse en un punto específico y “observar” cómo varía con el tiempo.
Eventos electromagnéticos	Este referente incluye la caracterización de la carga eléctrica de un sistema (su naturaleza e ilustración gráfica, entre otros), los procesos mediante los cuales es posible cargarlo, además del análisis básico de las particularidades atractivas y repulsivas de las fuerzas eléctricas y magnéticas (variación inversa con el cuadrado de la distancia y dependencia directa de la carga). También involucra las nociones de campo y potencial eléctrico, así como las condiciones necesarias para generar una corriente eléctrica (nociones de conductividad y resistividad eléctrica) y para que un cuerpo interactúe en un campo magnético.	
B i	Componente	Descripción

	Celular	Hace referencia a la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos: la célula. Ésta es la unidad de vida más sencilla que puede existir con independencia. Los procesos de todos los organismos son la suma de las funciones coordinadas de sus células constitutivas. Este componente aborda los siguientes temas: • Teoría celular; modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario; relación entre los genes, las proteínas y las relaciones celulares; la reproducción sexual versus la variabilidad genética. • Procariotas y eucariotas. • Las enzimas, proteínas complejas esenciales para las reacciones químicas de las que depende la vida. • Relación entre las estructuras de la célula y las funciones básicas de sus componentes. La membrana que la separa del ambiente circundante y le permite mantener una identidad química distinta. Su transporte.
	Organísmico	Comprensión y uso de nociones y conceptos relacionados con la composición y el funcionamiento de los organismos; a sus niveles de organización interna, clasificación y controles internos (homeóstasis); además de la reproducción cómo mecanismo para mantener la especie. Involucra el conocimiento de la herencia biológica, las adaptaciones y la evolución de la diversidad de formas vivientes. Los temas que aborda son: • Estructura y funciones: rasgos que relacionan a los organismos dentro de un grupo diverso de ellos, niveles de organización interna de los seres vivos y procesos biológicos relacionados con los sistemas que poseen. • Continuidad: procesos de surgimiento, reproducción y herencia genética de la vida en la tierra. • Transformación: se refiere al concepto de cambio, así como a sus causas y consecuencias. También estudia las teorías de la evolución y las relaciones entre mutaciones, selección natural y herencia.
	Ecosistémico	Se refiere a la organización de los grupos de especies; a las relaciones con otros organismos; y al intercambio que establecen entre ellos, con su ecosistema y con el ambiente en general. Igualmente, a la conservación y transformación de los ecosistemas del mundo, a los procesos de intercambio de energía entre ellos, y a la causas y consecuencias de la evolución. En este componente se abordan: • El comportamiento, los ciclos bio-geo-químicos, las relaciones filogenéticas, aspectos de la selección natural cómo cuello de botella y efecto fundador, además de las interrelaciones entre organismos (mutualismo, parasitismo, comensalismo y competencia). • Relaciones entre materia y energía en las redes tróficas y en los ecosistemas; nexos entre individuo, población, comunidad y ecosistema. • Adaptaciones de los seres vivos a los ecosistemas del mundo y de Colombia.
Ciencias sociales	Competencias	Descripción
	Interpretativa	Está competencia apunta a las preguntas: qué fenómenos por estudiar se manifiestan y cómo lo hacen. Además, encierra el problema de la descripción y la definición, y supone el manejo de los conceptos para dar cuenta de los elementos básicos.
	Argumentativa	Se relaciona con la pregunta relativa al porqué de los fenómenos en un ámbito del saber, así como con las causas de los procesos y los hechos sociales e históricos (relaciones de causalidad). En la medida en que se refiere a leyes o regularidades, implica la movilización del juicio: deducir de una ley un caso o inducir de un conjunto de observaciones una tendencia.
	Propositiva	Se refiere al uso dinámico de la teoría en su función predictiva o heurística. Por tanto, se relaciona con la capacidad de imaginar hechos futuros a partir de estados iniciales y tendencias dadas, así como con el hallazgo de fenómenos nuevos y su encuadre en tendencias conocidas.
	Componentes	Descripción
	El espacio, el territorio, el ambiente y la población	Las preguntas enfocan el tema del espacio, sus usos y relaciones. Por tanto, este componente articula disciplinas cómo la geografía, la ecología, la sociología y la antropología urbana y rural. Éstas son necesarias para entender las formas de organización humana, además de los nexos que diferentes comunidades han establecido en su entorno natural, social y económico para sobrevivir y desarrollarse.
	El poder, la economía y las organizaciones sociales	En este componente se evalúa la capacidad del estudiante para reconocer las formas de organización social, la identidad y la diversidad de los movimientos sociales, así como su relación con distintas instituciones en diferentes épocas y espacios geográficos. En este contexto, se aprecia cómo el estudiante comprende las formas de producción económica y su relación con el poder político y con la sociedad, a través de la distribución de recursos económicos (tierra, trabajo, capital) y políticos (poder, autoridad, influencia) entre personas, estratos, grupos y organizaciones sociales.

	El tiempo y las culturas	En este componente se evalúa la capacidad del estudiante para dar cuenta de los nexos de la población con el pasado y con las culturas, de modo que pueda ubicarse en distintos momentos del tiempo para analizar la diversidad de puntos de vista desde los que se han entendido y construido las sociedades, los conflictos que se han generado y que han debido enfrentar y los tipos de saberes que diferentes culturas han producido en el transcurso del tiempo, con una concepción de las culturas como un conjunto de significaciones de distinto tipo: cinéticas, tecnológicas, técnicas; estéticas y expresivas; éticas; filosóficas y religiosas.
	Competencias	Descripción
Filosofía	Interpretativa	Está competencia comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reconocimiento de las tesis principales en los textos filosóficos.</li> <li>• La deducción de las consecuencias y las implicaciones de los problemas y planteamientos filosóficos formulados a lo largo de la historia de la filosofía.</li> <li>• El manejo y la aplicación de conceptos, así como la reconstrucción de problemas a partir de ellos.</li> </ul>
	Argumentativa	Las acciones que comprende está competencia son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reconocimiento de los argumentos de los autores frente a los problemas filosóficos presentes en los textos examinados y producidos a lo largo de la historia.</li> <li>• La deducción de las consecuencias y las implicaciones de los argumentos en pro y en contra de las tesis de los autores sobre una problemática determinada.</li> <li>• El manejo y la jerarquización de conceptos en la construcción de distintas explicaciones y en la diferenciación de los argumentos filosóficos y científicos.</li> </ul>
	Propositiva	Está competencia comprende las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reconocimiento de las respuestas dadas desde la filosofía a los distintos problemas y cuestionamientos científicos, artísticos, existenciales, religiosos y sociológicos, entre otros.</li> <li>• La deducción de las consecuencias y las implicaciones de las distintas respuestas y tratamientos dados desde la filosofía a diversos problemas.</li> <li>• El manejo de conceptos en la resolución de confrontaciones de tesis entre distintos autores de una misma o de diversas épocas. Igualmente, el establecimiento de relaciones y diferencias entre esos conceptos y las posiciones científicas, religiosas y artísticas, entre otras.</li> </ul>
	Componentes	Descripción
	La pregunta del hombre frente a su mundo social y cultural	Implica el cuestionamiento del hombre por su relación con las manifestaciones histórico-culturales y ético-políticas. En este componente se indagan las relaciones del ser humano con la cultura, a través del arte, las pautas morales y el lenguaje, además de las connotaciones que estos temas tuvieron en las distintas matrices culturales. También se realizan preguntas que giran en torno a las teorías del poder (actuales o pasadas) y a sus implicaciones en la vida del estudiante y en la sociedad colombiana.
	La pregunta por el ser	Este es un problema clásico y propio de la filosofía. Por tanto, se mantienen sus implicaciones y se especifican en la pregunta por la relación entre el ser, el mundo y el hombre. No obstante, no se entra en la discusión terminológica entre metafísica y ontología, sino que se ahonda en la relación entre el ser humano y la totalidad, las preguntas que este encuentro genera y las posiciones que desde la filosofía se han producido.
	La pregunta por el conocimiento	Incluye cuestionamientos acerca del problema del conocimiento en general; de la ciencia y su influencia en la constitución del hombre y de la imagen que éste se forma de la realidad; además de la intervención de esta imagen en la constitución de la ciencia y del conocimiento en la actualidad. Por lo anterior, en este componente se encuentran preguntas relacionadas con la reflexión filosófica y epistemológica que genera la ciencia en el hombre y en la sociedad.
Inglés	Nivel	Descripción
	Pre-intermedio B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en lengua estándar si tratan sobre cuestiones conocidas, ya sea de situaciones de trabajo, estudio u ocio.</li> <li>• Sabe desenvolverse en la mayor parte de las situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua.</li> <li>• Es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas familiares o en los que tiene un interés personal.</li> <li>• Puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes.</li> </ul>

Básico A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es capaz de comprender frases y expresiones de uso frecuente relacionadas con áreas de experiencia que le son especialmente relevantes (información básica sobre sí mismo y su familia, compras, lugares de interés, ocupaciones, entre otros).</li> <li>• Sabe comunicarse a la hora de llevar a cabo tareas simples y cotidianas que no requieren más que intercambios sencillos y directos de información sobre cuestiones que le son conocidas o habituales.</li> <li>• Sabe describir en términos sencillos aspectos de su pasado y su entorno, así como cuestiones relacionadas con sus necesidades inmediatas.</li> </ul>
Principiante A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es capaz de comprender y utilizar expresiones cotidianas de uso muy frecuente, así como frases sencillas destinadas a satisfacer necesidades de tipo inmediato.</li> <li>• Puede presentarse a sí mismo y a otros, pedir y dar información personal básica sobre su domicilio, sus pertenencias y las personas que conoce.</li> <li>• Puede relacionarse de forma elemental siempre que su interlocutor hable despacio y con claridad, y esté dispuesto a cooperar.</li> </ul>

**Tabla 2** Descripción competencias genéricas Saber 11 año 2010. Fuente propia.

## Anexo B

### 1. Modelos competencias genéricas 2016

Se va analizar las competencias genéricas de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, inglés competencias ciudadanas para la base de datos de Saber Pro 2016 cruzados con los resultados de Saber 11.

#### 1.1 Competencia genérica razonamiento cuantitativo 2016

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de razonamiento cuantitativo 2016, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>						
Interceptación	171,2142*** (1,9271)	105,442*** (2,5802)	77,8105*** (13,8831)	84,4718*** (13,1526)	97,4994*** (8,5228)	<b>98,020*** (7,3589)</b>
Género			8,6352*** (1,016)	8,6851*** (1,014)	8,664*** (1,013)	<b>8,7424*** (1,0122)</b>
Edad			-0,3571 (0,423)	-0,4165 (0,4168)	-0,8606*** (0,1825)	<b>-0,9014*** (0,185)</b>
matrícula			10,8410** (5,2129)	8,4844* (4,9323)	6,7846*** (2,1405)	<b>6,8829*** (2,1357)</b>
Estrato			4,524*** (1,7036)	1,340*** (0,4955)	1,3738*** (0,4951)	<b>1,5642*** (0,4808)</b>

trabajo			0,1510* (0,0839)	0,1573* (0,0836)	0,1110*** (0,0268)	<b>0,1081***</b> <b>(0,0268)</b>
EducaciónMadre			0,1685 (0,33824)	0,1651 (0,1049)	0,1653 (0,1049)	
EducaciónPadre			0,2022** (0,0994)			
Matemáticas	1,1587*** (0,0404)	1,1060*** (0,1238)	1,1442*** (0,1226)	1,1192*** (0,1205)	<b>1,1490***</b> <b>(0,0842)</b>	
Metodología		41,3881*** (12,5409)	38,4828*** (12,0156)	16,8833** (6,8591)	<b>18,6988***</b> <b>(3,0229)</b>	
Privado		-76,0360*** (18,9412)	-69,4619*** (18,1061)	- 53,7620*** (11,7411)	<b>-54,5289***</b> <b>(11,4973)</b>	
Matemáticas * Oficial		0,4583*** (0,1394)	0,4677*** (0,1379)	0,4317*** (0,1349)	<b>0,4416***</b> <b>(0,1281)</b>	
Matemáticas * Metodología		0,0009 (0,1208)	-0,0056 (0,1199)	0,0330 (0,1183)		
matrícula * Matemáticas		-0,0954*** (0,0361)	-0,1062*** (0,0355)	-0,1010*** (0,0343)	<b>-0,1017***</b> <b>(0,0342)</b>	
Edad * Privado		1,5922*** (0,6133)	1,4091** (0,6064)	0,8988*** (0,3126)	<b>0,9070***</b> <b>(0,3148)</b>	
Edad * Metodología		-0,8038** (0,3801)	-0,7899 (0,3743)			
Edad * matrícula		-0,0849 (0,1686)	-0,0429 (0,1664)			
Estrato * Privado		-0,4948 (1,6214)				
Estrato * Metodología		-1,9716 (1,6466)				
matrícula * Estrato		-0,4003 (0,4278)				
trabajo * Privado		0,0837 (0,0902)	0,0800 (0,0894)			
trabajo * Metodología		-0,0208 (0,079)	-0,0315 (0,0788)			
matrícula * trabajo		-0,0209 (0,0259)	-0,0187 (0,0257)			
EducaciónMadre * Privado		0,3775 (0,378)				
EducaciónMadre * Metodología		-0,0548 (0,2844)				

matrícula *			-0,0795			
EducaciónMadre			(0,1176)			
<b>Estimación de parámetros de covarianza</b>						
Intersección ( Sujetos= universidad)	210,51***	70,33***	59,08***	56,54***	55,95***	<b>55,97***</b>
Varianza						
Residuo	631,66***	504,23***	192,74***	477,38***	477,60***	<b>477,69***</b>
<b>Criterios de información</b>						
AIC	27060,90	26365,9	26198,31	26207,746	26198,883	<b>26188,259</b>
BIC	27072,83	26377,84	26210,23	26219,67	26210,816	<b>26200,258</b>
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo. En paréntesis desviaciones estándar						
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10						

**Tabla 1.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

En la tabla 1 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas desviaciones estándar y su nivel de significancia. El primero es el modelo nulo presentado anteriormente. En el segundo modelo sólo se usa cómo variable explicativa el puntaje de matemáticas en Saber 11. En el tercer modelo se colocaron todas las variables del modelo general, a partir de él por prueba y error de forma sistemática se retiraron variables para plantear nuevos modelos, guiando el proceso por el seguimiento de los cambios de la significancia de los parámetros y la disminución de los criterio de información de Akaike (AIC) y el Bayesiano de Schwarz (BIC), los cuales se explicaron en el modelo teórico de este estudio.

El modelo 6 tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=26188.259 y un BIC=26200.258, en el cual además los parámetros cuyos Pvalores son significativos a menos del 1%. Este modelo es el que presenta el mejor ajuste.

### 1.1.1 Estadísticos del modelo escogido para razonamiento cuantitativo 2016

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para la competencia de razonamiento cuantitativo de 2016, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

- **Prueba de Efectos fijos**



En la siguiente tabla 42 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	2013,316	177,353	0,000
Género	1	2853,793	74,599	0,000
Edad	1	2862,663	23,740	0,000
matrícula	1	2627,545	10,386	0,001
Estrato	1	2867,085	10,583	0,001
trabajo	1	2876,950	16,252	0,000
Matemáticas	1	2731,297	185,979	0,000
Metodología	1	229,940	38,261	0,000
Privado	1	2602,480	22,494	0,000
Matemáticas * Oficial	1	2870,775	11,882	0,001
Matemáticas * matrícula	1	2710,446	8,825	0,003
Edad * Privado	1	2879,216	8,302	0,004
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.				

**Tabla 2** Prueba de efectos fijos modelos 6 para razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

A partir de la tabla 2 que es una salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.000 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 2 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 3 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	98,002	7,359	2013,3	13,32	0,000	83,570	112,434
Género	8,742	1,012	2853,8	8,64	0,000	6,758	10,727
Edad	-0,901	0,185	2862,7	-4,87	0,000	-1,264	-0,539
matrícula	6,883	2,136	2627,5	3,22	0,000	2,695	11,071
Estrato	1,564	0,481	2867,1	3,25	0,000	0,621	2,507
trabajo	0,108	0,027	2876,9	4,03	0,000	0,056	0,161
Matemáticas	1,149	0,084	2731,3	13,64	0,000	0,984	1,314
Metodología	18,699	3,023	229,9	6,19	0,000	12,743	24,655
Privado	-54,529	11,497	2602,5	-4,74	0,000	-77,074	-31,984
Matemáticas * Privado	0,442	0,128	2870,8	3,45	0,000	0,190	0,693
Matemáticas * matrícula	-0,102	0,034	2710,4	-2,97	0,000	-0,169	-0,035
Edad * Privado	0,907	0,315	2879,2	2,88	0,000	0,290	1,524

a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.

**Tabla 3** Estimación de efectos fijos modelos 6, Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 3, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 4 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
-----------	------------	----------------	--------	------	-------------------------------

						Límite inferior	Límite superior
Residuo		477,86	12,72	37,57	0,000	453,57	503,45
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	55,98	13,42	4,17	0,000	34,99	89,55
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.							

**Tabla 4** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6, Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 4 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 5 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Intercepción	Género	Edad	matrícula	Estrato	trabajo	Matemáticas	Metodología	Privado	Matemáticas * Privado	Matemáticas * matrícula	Edad * Privado
Intercepción	54,15	-0,19	-0,92	-8,13	-0,12	0,00	-0,41	-5,34	-10,42	-0,17	0,13	0,87
Género	-0,19	1,02	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,08	-0,16	0,00	0,00	0,00
Edad	-0,92	-0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00	-0,03
matrícula	-8,13	0,00	0,01	4,56	-0,02	0,00	0,13	-0,33	-12,89	0,20	-0,07	0,02
Estrato	-0,12	-0,01	0,00	-0,02	0,23	0,00	0,00	-0,17	-0,10	0,00	0,00	0,00
trabajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
Matemáticas	-0,41	-0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01	-0,04	-0,13	0,00	0,00	0,00
Metodología	-5,34	-0,08	0,01	-0,33	-0,17	0,01	-0,04	9,14	-1,80	0,01	0,01	-0,02
Privado	-10,42	-0,16	0,87	-12,9	-0,10	-0,01	-0,13	-1,80	132,1	-1,07	0,20	-2,67
matemáticas * Privado	-0,17	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,01	-1,07	0,02	0,00	0,01
matemáticas * matrícula	0,13	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20	0,00	0,00	0,00
Edad * Privado	0,87	0,00	-0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02	-2,67	0,01	0,00	0,10
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.												

**Tabla 5** Salida de IBM SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 5, se observa que la varianza de la interceptación tiene un valor de 54.15, para la variable privado la varianza es de 132.19, que podría deberse por la fuerte diferencia de características entre las Universidades públicas y privadas.

En relación a las covarianzas hay un grado de dependencia entre la interceptación y la matrícula con un valor de -8.13, lo que muestra que valores mayores de una de ellas se corresponden a los valores menores de la otra. Entre el intercepto con la variable metodología se tiene una covarianza de -5.34, lo que indica que valores grandes de una de ellas está relacionada con valores pequeñas de la otra. Entre la interceptación se relaciona con la variable privado, ambas tienen comportamientos similares con una covarianza con 12.42. Entre la variable matrícula y el tipo de Universidad hay una covarianza con un valor de -12.9, lo que muestra que valores grandes de una de ellas se relacionan con valores pequeñas de la otra.

Las demás covarianzas son pequeñas con respecto a las varianzas, por lo que no hay relación lineal entre las demás variables que no fueron mencionadas. Aquí se presentan relación entre algunas variables, lo que se esperaba debido al problema de endogeneidad, que fue la principal razón para usar en este trabajo un modelo lineal Jerárquico.

- **Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas**

En la siguiente matriz (ver tabla 6) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		161,79	-6,17
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-6,17	180,10
a. Variable dependiente: Saber Pro Razonamiento cuantitativo.			

**Tabla 6** Salida de IBM SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 6, se observa que la varianza del residuo es de 161.79 y la de la intersección de la intersección del sujeto universidad es de 180.1, que muestra si hay variación entre las universidades del grupo de referencia.

Además se observa una covarianza de -6.17 entre el intercepto y el residuo, que muestra que valores grandes de una de las variables se relacionan con valores pequeños de la otra, pero las covarianzas es pequeña frente a los términos de varianza de las variables, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 1.1.2 Varianzas “entre” (intra, en ingles between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 7:

$\sigma^2$	161.79
$\tau_{00}$	180.10
$\tau_{01}$	-6.17

**Tabla 7** Varianzas y covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{180.10}{180.10 + 161.79} = 0.526 \quad (1)$$

El anterior resultado de la ecuación (1) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 52.6% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 63 universidades del grupo de referencia, y el 47.3% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 1.1.3 Ecuación de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016, que aparece a continuación:

### SaberPro $\widehat{\text{Razonamiento}}_{ij}$

$$\begin{aligned}
 &= 98.002 + 8.742\text{Genero}_{ij} - 0.901\text{Edad}_{ij} + 6.883\text{Matricula}_j \\
 &+ 1.564\text{Estrato}_{ij} + 0.108\text{trabajo}_{ij} + 1.149\text{Matematicas}_{ij} \\
 &+ 18.699\text{Metodologia}_j - 54.529\text{Privada}_j + 0.442\text{Privada}_j\text{Matematicas}_{ij} \\
 &- 0.102\text{Matricula}_j\text{matematica}_{ij} + \\
 &\quad 0.907\text{Privada}_j\text{Edad}_{ij} + u_{0j} \quad (2)
 \end{aligned}$$

## 1.2 Competencia de Lectura crítica 2016

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de lectura crítica 2016, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>							
Interceptación	63,0388*** (15,6970)	62,3785*** (15,3764)	69,0414*** (8,8037)	69,2354*** (4,3550)	<b>66,4362***</b> <b>(4,4696)</b>	90,1181*** (3,3328)	157,2459*** (1,8848)
Género	0,0486 (3,399)	3,1702*** (1,1232)	3,2141*** (1,1214)	3,2251*** (1,1211)	<b>3,1835***</b> <b>(1,1209)</b>		
Edad	0,1027 (0,4836)	0,1263 (0,4734)	-0,1313 (0,2074)				
matrícula	3,0977 (5,8779)	4,5392 (5,729)	1,5801 (1,9352)		<b>1,2302***</b> <b>(0,7362)</b>		
Estrato	4,0463** (1,8632)	2,5467 (0,5592)	2,7146*** (0,5515)	2,8415*** (0,5412)	<b>2,6519***</b> <b>(0,5497)</b>		
trabajo	0,0984 (0,0942)	0,0668 (0,03)	0,066** (0,03)		<b>0,0602**</b> <b>(0,0296)</b>		
Educacionmadre	0,0963 (0,1302)	0,0992 (0,1298)	0,2033* (0,1169)	0,2204 (0,1146)	<b>0,2275**</b> <b>(0,1154)</b>		
Educacionpadre	0,2084* (0,111)	0,206* (0,1109)					
Metodología	21,1776 (14,3912)	18,941 (14,1508)	15,6064*** (3,323)	15,1693*** (3,3146)	<b>15,7117***</b> <b>(3,3085)</b>		
Oficial	-9,1456 (21,2509)	-13,988 (20,7858)	-2,5652 (8,783)	-5,5052** (2,4866)	<b>-9,3759</b> <b>(3,1802)</b>		
Lenguaje	1,2222*** (0,1696)	1,2196*** (0,1683)	1,2168*** (0,1112)	1,2073*** (0,0566)	<b>1,2022</b> <b>(0,0567)</b>	1,2583*** (0,569)	
Género * Oficial	-3,3617 (3,927)						

Género * Metodología	-1,2857 (3,0419)						
Género * matrícula	1,9414* (1,1667)						
Edad * matrícula	-0,1014 (0,1863)	-0,0854 (0,1825)					
Edad * Metodología	-0,1760 (0,4285)	-0,199 (0,4207)					
Edad * Oficial	0,1693 (0,6755)	0,0597 (0,6606)	-0,2823 (0,3449)				
matrícula * Estrato	0,4197 (0,4476)						
Estrato * Oficial	-2,4062 (1,7355)						
Estrato * Metodología	-1,8464 (1,7991)						
matrícula * trabajo	-0,0153 (0,029)						
trabajo * Metodología	0,0269 (0,0884)						
trabajo * Oficial	-0,0171 (0,1003)						
matrícula * Lenguaje	-0,0388 (0,0549)	-0,0265 (0,0545)	-0,0084 (0,03215)				
Oficial * Lenguaje	0,1011 (0,2049)	0,0629 (0,2039)					
Metodología * Lenguaje	0,0399 (0,1633)	0,0246 (0,1643)					
<b>Varianzas</b>							
Intersección ( Sujetos universidad)	65,67***	66,55***	67,02***	69,18***	<b>67,41***</b>	608,62***	701,79***
Varianza							
Residuo	597***	596,81***	596,52***	596,90***	<b>596,37***</b>	97,63***	197,94***
<b>Criterios de información</b>							
AIC	26817,35	26828,852	26825,448	26831,922	<b>26820,92</b>	26907,88	27347,204
BIC	26829,277	26840,782	26837,382	26843,86	<b>26832,856</b>	26919,821	27359,145
Variable dependiente Saber Pro Lectura Crítica. Errores estándar entre paréntesis.							
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10							

**Tabla 8.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Lectura crítica 2016. Fuente propia.

En la tabla 8 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobreestima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor es el modelo 5, que tiene los menores valores de los criterios de información con

AIC=26820.92 y un BIC=26832.58, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 5 es el que presenta el mejor ajuste.

### 1.2.1 Estadísticos del modelo escogido para Lectura Crítica 2016

Para garantizar que el modelo 5 sea el más adecuado para la competencia de lectura crítica de 2016, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

#### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla 9 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	387,62	220,935	0,000
Género	1	2855,92	8,066	0,005
matrícula	1	821,33	2,792	0,095
Estrato	1	2857,08	23,272	0,000
trabajo	1	2874,90	4,116	0,043
Educación madre	1	2874,73	3,885	0,049
Metodología	1	213,50	22,551	0,000
Oficial	1	126,06	8,692	0,004
Lenguaje	1	2883,26	448,131	0,000
a. Variable dependiente: Lectura crítica.				

**Tabla 9.** Prueba de efectos fijos modelos 5 para Lectura Crítica 2016. Fuente propia.

A partir de la tabla de salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 5, con Pvalor=0.000 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 9 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 5.

#### Prueba individual de los estimadores



En la siguiente tabla 10 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	66,436	4,470	387,624	14,864	0,000	57,648	75,224
Género	3,184	1,121	2855,920	2,840	0,005	0,986	5,382
matrícula	1,230	0,736	821,333	1,671	0,095	-0,215	2,675
Estrato	2,652	0,550	2857,075	4,824	0,000	1,574	3,730
trabajo	0,060	0,030	2874,902	2,029	0,043	0,002	0,118
Educación madre	0,228	0,115	2874,730	1,971	0,049	0,001	0,454
Metodología	15,712	3,309	213,497	4,749	0,000	9,190	22,233
Oficial	-9,376	3,180	126,061	-2,948	0,004	-15,670	-3,082
Lenguaje	1,202	0,057	2883,263	21,169	0,000	1,091	1,314

a. Variable dependiente: Lectura crítica.

**Tabla 10** Estimación de efectos fijos modelos 5, Lectura crítica 2016. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t student tabla 10, para todas las variables escogidas en el modelo 5 se tienen Pvalor=0.000, por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 5.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 11 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
-----------	------------	----------------	--------	------	-------------------------------

						Límite inferior	Límite superior
Residuo		596,372	15,870	37,579	0,000	566,065	628,302
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	67,415	16,438	4,101	0,000	41,803	108,718

a. Variable dependiente: Lectura crítica Saber Pro 2016.

**Tabla 11** Estimación de parámetros de covarianza modelos 5 Lectura crítica 2016. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 11 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 5.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 12 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Intercepción	Género	matrícula	Estrato	trabajo	Privado	Educación madre	Metodología	Lenguaje
Interceptación	19,978	-0,637	-0,610	-0,126	-0,021	0,357	-0,069	-7,659	-0,145
Género	-0,637	1,257	0,002	-0,007	-0,001	-0,004	-0,007	-0,163	-0,002
matrícula	-0,610	0,002	0,542	-0,071	0,001	-1,469	-0,006	0,039	-0,003
Estrato	-0,126	-0,007	-0,071	0,302	-0,001	-0,005	-0,015	-0,197	-0,001
trabajo	-0,021	-0,001	0,001	-0,001	0,001	-0,009	0,000	0,007	0,000
Privado	0,357	-0,004	-1,469	-0,005	-0,009	10,114	0,003	-1,668	0,013
Educación madre	-0,069	-0,007	-0,006	-0,015	0,000	0,003	0,013	-0,013	0,000
Metodología	-7,659	-0,163	0,039	-0,197	0,007	-1,668	-0,013	10,947	-0,019
Lenguaje	-0,145	-0,002	-0,003	-0,001	0,000	0,013	0,000	-0,019	0,003

a. Variable dependiente: Lectura crítica Saber Pro 2016.

**Tabla 12** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 5. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 12, se observa que la mayor varianza es de la interceptación con un valor de 19.97, la varianza de privado tienen un valor de 10.11 y la varianza de metodología tiene un valor de 10.94. En relación a las covarianzas entre interceptación y metodología con un valor de -7.65, por lo que valores grandes de una variable están relacionados con valores pequeños de la otra.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 13) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		251,85	-10,34
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-10,34	270,19
a. Variable dependiente: Lectura crítica 2016.			

**Tabla 13** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 5. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 13, se observa que la covarianza de -10.34 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 251.85 y 270.19, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 1.2.2 Varianzas entre y al interior de las universidades

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 14:

$\sigma^2$	251.85
$\tau_{00}$	270.19
$\tau_{01}$	-10.34

**Tabla 14** Covarianza para el modelo 5. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{270.19}{270.19 + 251.85} = 0.517 \quad (3)$$

El anterior resultado de la ecuación (3) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 51.75% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 63 universidades del grupo de referencia, y el 48.25% se puede explicar

por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 1.2.3 Ecuación de pronóstico para Lectura crítica 2016

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 5, se obtiene la función de pronóstico para lectura crítica 2016, que aparece a continuación:

$$\widehat{SaberPro\ Lectura}_{ij} = 66.43 + 3.18Genero_{ij} + 1.23Matricula_j + 2.65Estrato_{ij} + 0.06trabajo_{ij} + 0.22Madre_{ij} + 15.71Metodologia_j - 9.37Privada_j + 1.20Lenguaje_{ij} + u_{0j} \quad (4)$$

### 1.3 Competencia de Inglés Saber Pro 2016

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de inglés 2016, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>							
Interceptación	85,1467** (13,6047)	96,2873** (11,3005)	92,724*** (10,4607)	93,1306** (10,4401)	106,8385*** (5,1846)	<b>103,6957**</b> ( <b>4,5548</b> )	95,8652** (2,4846)
Género	3,4164 (3,0304)	6,7320*** (1,0027)	6,7530*** (1,002)	6,7292*** (1,0015)	6,7108*** (1,001)	<b>6,6557***</b> ( <b>1,0001</b> )	
Edad	-0,9567** (0,4354)	-1,3002*** (0,3418)	-1,2621*** (0,2981)	-1,2879*** (0,2953)	-1,4898*** (0,213)	<b>-1,3624***</b> ( <b>0,1880</b> )	
matrícula	2,1071 (4,8118)	0,3851 (4,4228)	3,2698 (3,0433)	3,0940 (3,0304)			
Estrato	5,4432*** (1,732)	6,2370*** (1,6928)	6,6877*** (1,3905)	6,6432*** (1,3886)	5,0010*** (0,6995)	<b>5,1362***</b> ( <b>0,6911</b> )	
trabajo	-0,1065 (0,0842)	-0,1134* (0,0597)	-0,0233 (0,0366)				
Educación Madre	0,9319*** (0,3348)	0,2053* (0,1048)	0,2003* (0,1048)	0,2034* (0,1047)	0,2103** (0,1046)	<b>0,2073**</b> ( <b>0,1045</b> )	
Metodología	21,4380* (12,1806)	8,1176 (7,2150)	8,4298 (7,2153)	8,4913 (7,2139)			
Privado	-11,4648 (17,4921)	-2,0097 (14,9139)	-13,3021* (7,6195)	-12,9220* (7,5952)	-8,1539 (6,3732)		
Inglés_11	1,1507*** (0,1389)	1,1640*** (0,1382)	1,16616** (0,1356)	1,1620*** (0,1354)	1,0552*** (0,0902)	<b>1,0498***</b> ( <b>0,0902</b> )	1,3416 (0,0389)

Género * Oficial	-2,6547 (3,5038)						
Género * Metodología	0,1486 (2,7192)						
Género * matrícula	1,4505 (1,0424)						
Edad * Privado	0,0134 (0,6045)	-0,2926 (0,5175)					
Edad * Metodología	-0,3911 (0,3842)						
Edad * matrícula	0,1698 (0,1669)	0,2289 (0,1597)	0,1715* (0,0957)	0,1767* (0,0953)	0,2476*** (0,0586)	<b>0,1986***</b> <b>(0,0442)</b>	
Estrato * Privado	-4,1145** (1,6609)	-3,6130** (1,6080)	-3,1324*** (1,0416)	-3,1326*** (1,0415)	-3,7127*** (0,9669)	<b>-4,0237***</b> <b>(0,9358)</b>	
Estrato * Metodología	-1,1823 (1,6531)	-2,0219 (1,6046)	-2,2354 (1,5892)	-2,1932 (1,5876)			
matrícula * Estrato	0,2817 (0,4468)	0,1608 (0,4305)					
trabajo * Privado	-0,1318 (0,0902)	-0,1414* (0,0835)	-0,0258 (0,0533)	-0,0490 (0,0390)			
trabajo * Metodología	0,0021 (0,079)						
matrícula * trabajo	0,04391* (0,0261)	0,0484* (0,0256)					
EducaciónMadre * Privado	0,4842 (0,3776)						
EducaciónMadre * Metodología	-0,6550** (0,2839)						
matrícula * EducaciónMadre	-0,1433 (0,118)						
Privado * Inglés_11	0,3451** (0,1336)	0,3507*** (0,1325)	0,3654*** (0,12793)	0,3643*** (0,1279)	0,2901*** (0,1100)	<b>0,1785***</b> <b>(0,0667)</b>	
Metodología * Inglés_11	0,2655* (0,1352)	0,2477* (0,1342)	0,2475* (0,1341)	0,2488* (0,1341)	0,3288*** (0,0597)	<b>0,3290***</b> <b>(0,0598)</b>	
matrícula * Inglés_11	-0,1033*** (0,0346)	-0,1034*** (0,0342)	-0,1066*** (0,0316)	-0,1058*** (0,0315)	-0,0832*** (0,0241)	<b>-0,0649***</b> <b>(0,0193)</b>	
<b>Varianzas</b>							
Intersección ( Sujetos= universidad) Varianza	66,781***	66,311***	66,514***	66,485***	65,14***	<b>66,228***</b>	104,99***
Residuo	472,182** *	472,37***	472,606** *	472,51***	472,88***	<b>472,858***</b>	505,99***
<b>Criterios de información</b>							
AIC	26157,37	26167,403	26167,124	26162,757	26175,896	<b>26183,07</b>	26395,941
BIC	26169,292	26179,331	26179,054	26174,688	26187,83	<b>26195,005</b>	26407,883
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo							
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10							

**Tabla 15** Estimación de parámetros para diferentes modelos de Inglés Saber Pro 2016. Fuente propia.

En la tabla 15 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobreestima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el modelo 6 es el mejor, que tiene un valor un poco más alto que el menor con criterios de información con  $AIC=26183.07$  y un  $BIC=26195.00$ , además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 6 es el que presenta el mejor ajuste.

### 1.3.1 Estadísticos del modelo escogido para Inglés 2016

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para la competencia de inglés 2016, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

#### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla 16 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	2325,00	518,28	0,000
Género	1	2848,38	44,29	0,000
Edad	1	2668,41	52,51	0,000
Estrato	1	2859,32	55,24	0,000
Educación madre	1	2869,07	3,93	0,048
Inglés_11	1	1577,21	135,40	0,000
matrícula * Edad	1	1488,68	20,18	0,000
Estrato * privado	1	2867,47	18,49	0,000
privado * Inglés_11	1	613,66	7,16	0,008
metodología * Inglés_11	1	404,74	30,19	0,000
matrícula * Inglés_11	1	1003,63	11,22	0,001
a. Variable dependiente: Saber Pro Inglés.				

**Tabla 16** Prueba de efectos fijos modelos 6 para Inglés Saber Pro 2016. Fuente propia.

A partir de la tabla de salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.00 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 42 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 17 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	103,695752	4,55	2325,0	22,77	0,00	94,76	112,63
Género	6,655789	1,00	2848,4	6,65	0,00	4,69	8,62
Edad	-1,362423	0,19	2668,4	-7,25	0,00	-1,73	-0,99
Estrato	5,136291	0,69	2859,3	7,43	0,00	3,78	6,49
Educación madre	0,207346	0,10	2869,1	1,98	0,05	0,00	0,41
Inglés_11	1,049857	0,09	1577,2	11,64	0,00	0,87	1,23
matrícula * Edad	0,198631	0,04	1488,7	4,49	0,00	0,11	0,29
Estrato * privado	-4,023775	0,94	2867,5	-4,30	0,00	-5,86	-2,19
Privado* Inglés_11	0,178576	0,07	613,7	2,68	0,01	0,05	0,31
metodología * Inglés_11	0,329010	0,06	404,7	5,49	0,00	0,21	0,45
matrícula * Inglés_11	-0,064980	0,02	1003,6	-3,35	0,00	-0,10	-0,03

a. Variable dependiente: Saber Pro Inglés 2016.

**Tabla 17.** Estimación de efectos fijos modelos 6 Inglés Saber Pro 2016. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 17, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen Pvalor=0.000, por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede

considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 18 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
Residuo	472,858	12,591	37,555	0,000	448,8128	498,1918	
Intersección [sujeto = UNiversidad]	Varianza	66,228	15,603	4,245	0,000	41,7353	105,0949
a. Variable dependiente: Saber Pro Inglés.							

**Tabla 18** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6 Inglés Saber Pro 2016. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 18 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 19 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Interceptación	Género	Edad	Estrato	Educación Madre	Inglés_11	Edad * matrícula	Estrato * Oficial	Oficial * Inglés_11	Metodología * Inglés_11	matrícula * Inglés_11
Interceptación	20,747	-0,507	-0,488	-0,123	-0,125	-0,115	-0,024	-0,055	-0,007	0,008	0,011
Género	-0,507	1,000	-0,003	0,001	-0,005	-0,002	0,000	-0,001	0,001	-0,002	0,000
Edad	-0,488	-0,003	0,035	-0,017	0,003	-0,006	-0,005	0,023	-0,002	0,001	0,002
Estrato	-0,123	0,001	-0,017	0,478	-0,014	0,000	0,003	-0,443	0,020	-0,006	-0,002
Educación Madre	-0,125	-0,005	0,003	-0,014	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
Inglés_11	-0,115	-0,002	-0,006	0,000	0,000	0,008	0,002	0,002	0,001	-0,003	-0,001



Edad * matrícula	-0,024	0,000	-0,005	0,003	0,000	0,002	0,002	-0,008	0,001	0,000	-0,001
Estrato * Oficial	-0,055	-0,001	0,023	-0,443	0,005	0,002	-0,008	0,876	-0,040	0,005	0,003
Oficial * Inglés_11	-0,007	0,001	-0,002	0,020	0,000	0,001	0,001	-0,040	0,005	-0,001	-0,001
Metodología * Inglés_11	0,008	-0,002	0,001	-0,006	0,000	-0,003	0,000	0,005	-0,001	0,004	0,000
matrícula * Inglés_11	0,011	0,000	0,002	-0,002	0,000	-0,001	-0,001	0,003	-0,001	0,000	0,000

**Tabla 19** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianzas y covarianzas tabla 72, se observa que la varianza de la interceptación tiene un valor 20.74. Las covarianzas son pequeñas con respecto a las varianzas, por lo que se considera que las variables son linealmente independientes.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 20) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		158,53	-7,43
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-7,435	243,45

a. Variable dependiente: Saber Pro Inglés 2016.

**Tabla 20** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6.

Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 73, se observa que la covarianza de -7.43 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 158.53 y 243.45, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 1.3.2 Varianzas entre las universidades y al interior de las Universidad

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 21:

$\sigma^2$	158.53
$\tau_{00}$	243.45
$\tau_{01}$	-7.43

**Tabla 21** Covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{243.45}{243.45 + 158.53} = 0.6056 \quad (5)$$

El anterior resultado de la ecuación (5) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 60.56% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 63 universidades del grupo de referencia, y el 39.44% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 1.3.2.1 Ecuación de pronóstico para Inglés 2016

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo, que aparece a continuación:

$$\begin{aligned} \widehat{\text{SaberPro Ingles}}_{ij} = & 103.69 + 6.65\text{Genero}_{ij} - 1.36\text{Edad}_j + 5.13\text{Estrato}_{ij} + \\ & 0.20\text{Madre}_{ij} + 1.04\text{Ingles}_{ij} + 0.19\text{Matricula}_j\text{Edad}_{ij} - 4.023\text{Privada}_j\text{Estrato}_{ij} + \\ & 0.178\text{Privada}_j\text{Ingles}_{ij} + 0.329\text{Metodologia}_j\text{Ingles}_{ij} - 0.064\text{Matricula}_j\text{Ingles}_{ij} + \\ & u_{0j} \quad (6) \end{aligned}$$

## 1.4 Competencia de Competencias ciudadanas Saber Pro 2016

Para buscar los estimadores del mejor modelo de competencias ciudadanas 2016, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de

significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>							
Interceptación	85,7067*** (16,8971)	85,4824*** (13,5387)	78,3267*** (9,1239)	81,2189*** (6,2658)	83,1048*** (6,0573)	<b>73,9643*** (3,6480)</b>	80,8262*** (3,3499)
Género	-1,3974 (3,7397)	1,4185 (1,2373)	1,3880 (1,2353)	1,3411 (1,2344)			
Edad	-0,5146 (0,5326)	-0,5841 (0,411)	-0,3619* (0,1867)	-0,3518* (0,1864)	-0,3704** (0,1841)		
matrícula	-2,4229 (6,3525)	-1,7952 (3,9122)	1,5478** (0,7609)	1,5298** (0,7581)	1,5627** (0,7575)	<b>1,6747*** (0,7533)</b>	
Estrato	3,8577* (2,0345)	3,9432** (1,7256)	3,9086** (1,7086)	2,1578*** (0,6006)	2,2806*** (0,5825)	<b>2,2430*** (0,5820)</b>	
trabajo	0,0611 (0,1033)	0,0654 (0,0907)	0,0525 (0,0328)	0,0536 (0,0327)	0,0523 (0,0326)		
Educación madre	0,1072 (0,1433)	0,0911 (0,1286)	0,0949 (0,1285)	0,0965 (0,1285)			
Educación padre	-0,0181 (0,1222)						
Metodología	9,0291 (15,4815)	7,3256 (13,7748)	3,8251 (8,4904)				
Privado	-6,0048 (22,5395)	-6,4162** (3,0278)	-6,3689** (3,0036)	-6,5141** (2,9666)	-6,4898** (2,9719)	<b>-6,1841*** (2,9478)</b>	
Sociales	1,0694*** (0,17800)	1,0530*** (0,1564)	1,0927*** (0,1390)	1,0909*** (0,0820)	1,0924*** (0,0821)	<b>1,1134*** (0,0816)</b>	1,3741*** (0,0036)
Género * privado	-5,7534 (4,3320)						
Género * Metodología	-1,0788 (3,3539)						
Género * matrícula	2,1123* (1,2856)						
Edad * privado	0,1460 (0,7432)						
Edad * Metodología	-0,1385 (0,4729)	-0,1008 (0,4084)					
Edad * matrícula	0,0715 (0,2051)	0,1045 (0,1246)					
Estrato * privado	-0,3848 (1,9005)						
Estrato * Metodología	-2,0147 (1,9729)	-2,0344 (1,8207)	-1,9880 (1,8027)				
matrícula * Estrato	0,0935 (0,4864)						
trabajo * privado	-0,01465 (0,1102)						
trabajo * Metodología	0,0557 (0,0972)	0,0449 (0,0905)					
matrícula * trabajo	-0,0157 (0,0317)	-0,0163 (0,0208)					

Privado *	0,03800						
Sociales	(0,2107)						
Metodología *	0,2167	0,2206	0,2517	0,2574***	0,2618***	<b>0,2587***</b>	
Sociales	(0,1717)	(0,1620)	(0,1542)	(0,0590)	(0,0590)	<b>(0,0587)</b>	
matrícula *	0,0105	0,0215					
Sociales	(0,0573)	(0,0369)					
<b>Estimación de parámetros de covarianza</b>							
Intersección ( Sujetos= universid) Varianza	41,9***	41,97***	41,149***	40,191***	40,542***	<b>40,294***</b>	731,722***
Residuo	726,8***	725,34***	724,628***	724,658***	724,536***	<b>725,537***</b>	62,647***
<b>Criterios de información</b>							
AIC	27355,35	27366,522	27351,798	27362,076	27363,912	<b>27363,042</b>	27411,064
BIC	27367,269	27378,452	27363,732	27374,012	27375,849	<b>27374,98</b>	27423,005
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo							
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10							

**Tabla 22.** Estimación de parámetros para diferentes modelos de competencias ciudadanas Saber Pro 2016. Fuente propia.

En la tabla 22 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobreestima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor modelo 6, que tiene los menores valores de los criterios de información mínimos de AIC=27363.04 y un BIC=27374.98, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 5 es el que presenta el mejor ajuste.

#### 1.4.1 Estadísticos del modelo escogido para competencias ciudadanas 2016

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para competencias ciudadanas 2016, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

##### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos:

En la siguiente tabla 23 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i \neq 0$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	643,516	411,079	0,000
matrícula	1	447,158	4,942	0,027
Estrato	1	2745,518	14,849	0,000
Privado	1	127,598	4,401	0,038
Sociales	1	698,777	185,873	0,000
Metodología * Sociales	1	127,020	19,397	0,000

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas Saber Pro.

**Tabla 23** Prueba de efectos fijos modelos 6 para competencias ciudadanas 2016. Fuente propia.

A partir de la tabla de salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.00 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 42 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 24 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

**H<sub>0</sub>:**  $\beta_i = 0$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i \neq 0$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	73,964	3,648	643,516	20,275	0,000	66,801	81,128
matrícula	1,675	0,753	447,158	2,223	0,027	0,194	3,155
Estrato	2,243	0,582	2745,518	3,853	0,000	1,102	3,384
Privada	-6,184	2,948	127,598	-2,098	0,038	-12,017	-0,351
Sociales	1,113	0,082	698,777	13,634	0,000	0,953	1,274
Metodología * Sociales	0,259	0,059	127,020	4,404	0,000	0,143	0,375

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas Saber Pro 2016.

**Tabla 24** Estimación de efectos fijos modelos 6 competencias ciudadanas 2016. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 24, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen Pvalor=0.000, por lo que a un nivel

de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 44 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Residuo	725,537	19,286	37,620	0,000	688,706	764,339
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza 40,294	11,669	3,453	0,001	22,843	71,079

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas Saber Pro 2016.

**Tabla 25** Estimación de parámetros de covarianza modelos 5, Lectura crítica 2016. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 25 se obtienen un valor de Pvalor=0.000, por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 5.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 26 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Interceptación	matrícula	Estrato	Privado	Sociales	Metodología * Sociales
Interceptación	13,3082	-0,5197	-0,4276	-0,6287	-0,1984	0,0243
matrícula	-0,5197	0,5676	-0,0955	-1,5427	-0,0065	0,0018
Estrato	-0,4276	-0,0955	0,3388	-0,0004	0,0010	-0,0041
Privado	-0,6287	-1,5427	-0,0004	8,6897	0,0485	-0,0299
Sociales	-0,1984	-0,0065	0,0010	0,0485	0,0067	-0,0033
Metodología * Sociales	0,0243	0,0018	-0,0041	-0,0299	-0,0033	0,0035

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas Saber Pro.

**Tabla 26** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianzas y covarianzas tabla 26, se observa que la mayor varianza es de la intercepción que tiene un valor 13.30, la varianza de la variable privado es 8.68, que está relacionado con la diferencia entre las universidades públicas y privadas . La covarianzas entre privado y matrícula es de -1.54, que es pequeña con respecto a las varianzas, y muestra que hay algo de relación entre los valores grandes y los pequeños de estas variables.

### **Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas**

En la siguiente matriz (ver tabla 27) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = universidad]
			Varianza
Residuo		371,94	-11,90
Intersección [sujeto = universidad]	Varianza	-11,90	136,16

a. Variable dependiente: Competencias Ciudadanas.

**Tabla 27** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 27, se observa que la varianza del residuo es de 371.94 y la de la intersección de la intersección del sujeto universidad es de 136.16, que muestra si hay variación entre las universidades del grupo de referencia.

Además se observa una covarianza de -11.90 entre el intercepto y el residuo, que muestra que valores grandes de una de las variables se relacionan con valores pequeños de la otra, pero las covarianzas es pequeña frente a los términos de varianza de las variables, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

#### **1.4.2 Varianzas “entre” (intra, en ingles between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.**

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 28:

$\sigma^2$	371.94
$\tau_{00}$	136.16
$\tau_{01}$	-11.90

**Tabla 28** Covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{136.16}{136.16 + 371.94} = 0.2679 \quad (7)$$

El anterior resultado de la ecuación (7) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 26.79% de la varianza es explica por la variabilidad entre las 63 universidades del grupo de referencia, y el 73.20% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 1.4.3 Ecuación de pronóstico para competencias ciudadanas 2016

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para competencias ciudadanas de 2016, que aparece a continuación:

$$\begin{aligned} \widehat{SaberPro\ Ciudadanas}_{ij} = & 73.96 + 1.67matricula_{ij} + 2.24Estrato_{ij} - \\ & 6.18Privada_j + 1.11Sociales_{ij} + 0.25Metodologia_jSociales_{ij} + u_{0j} \end{aligned} \quad (8)$$

## 2. Los modelos de valor agregado 2015

Las variables de la base de datos de 2015 son las mismas de 2016, solo hay cambios en las escalas de medición de: trabajo, matrículas y en la educación de los padres, que fueron realizados directamente por el ICFES. También se debe tener en cuenta que la escala de medición de las competencias genéricas era de 10 puntos con desviación de 1 punto es diferente a 2016.

Variables candidatas para encontrar el modelo 2015		
Variables independientes candidatas primer nivel 1	Variables independientes candidatas primer nivel 2	Variables dependiente



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Puntaje en competencia genérica en saber 11.</b> (Cuantitativa, real)</li> <li>• <b>Edad.</b> (Cuantitativa, entero)</li> <li>• <b>Nivel educativo de la madre.</b> (Cuantitativa, entero).</li> <li>• <b>Horas de trabajo,</b> (Cuantitativa, entero)</li> <li>• <b>Estrato socio económico.</b> (Cualitativa, 0 a 6)</li> <li>• <b>Género</b> (Cualitativa, 1= Hombre, 0= Mujer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo de Universidad:</b> Oficial o pública. (Cualitativa, 1= privado, 0= Oficial)</li> <li>• <b>Metodología de estudio:</b> presencial, a distancia tradicional(Cualitativa, 1= presencial, 0=distancia)</li> <li>• <b>Matrícula.</b> (Cualitativa, 1 a 5)</li> </ul>	<b>Puntaje en la competencia genérica del examen Saber Pro.</b> (Cuantitativa, entero)
---	---	---

**Tabla 29** Descripción de variables escogidas de Saber Pro 2015. Fuente propia.

Primero que todo es necesario volver a revisar el modelo nulo ahora para la base de datos de 2015:

### El modelo Nulo

**H<sub>0</sub>:** El factor Universidad es nulo en el rendimiento del estudiante en Saber Pro.

**H<sub>1</sub>:** El factor Universidad afecta el rendimiento del estudiante en Saber Pro.

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	4991,990	1281,565	,000

a. Variable dependiente: razonamiento Saber Pro 2015

**Tabla 30** Salida de SPSS prueba de efectos fijos. Fuente propia.

A un nivel de significancia del 5%, con un Pvalor=0.00, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que estadísticamente se puede considerar que el factor Universidad (el contexto y las variables internas de la institución), si afectan el puntaje del estudiante en la competencia genérica de razonamiento cuantitativo de examen saber Pro 2015.

### 2.1 Competencia de razonamiento cuantitativo 2015

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de razonamiento cuantitativo 2015, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada

corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
<b>Efecto fijo</b>						
Interceptación	7,3028*** (0,6220)	7,3140*** (0,5599)	7,5955*** (0,3314)	7,6319*** (0,3293)	<b>7,6953***</b> <b>(0,2931)</b>	8,5022*** (0,1259)
Género	0,2856** (0,1379)	0,3441*** (0,0851)	0,3557*** (0,0470)	0,3574*** (0,0469)	<b>0,3582***</b> <b>(0,0470)</b>	
Edad	-0,0172 (0,0200)	-0,0184 (0,0196)	-0,0232** (0,0100)	-0,0232** (0,0100)	<b>-0,0248***</b> <b>(0,0072)</b>	
Estrato	0,2740*** (0,0722)	0,2822*** (0,0713)	0,2862*** (0,0710)	0,2878*** (0,0709)	<b>0,2948***</b> <b>(0,0710)</b>	
Trabajo	0,0119* (0,0047)	0,0116** (0,0047)	0,0055** (0,0022)	0,0054** (0,0022)		
Educación Padre	0,0071 (0,0065)	0,0032 (0,0036)	0,0034 (0,0035)			
Educación Madre	0,0025 (0,0036)					
Matemáticas	0,03936*** (0,0061)	0,0406*** (0,0040)	0,0383*** (0,0019)	0,0383*** (0,0019)	<b>0,0386***</b> <b>(0,0019)</b>	0,0431*** (0,0019)
Privado	-2,6014*** (0,8307)	-2,4215*** (0,6900)	-2,3885*** (0,5253)	-2,3830*** (0,5253)	<b>-0,9503***</b> <b>(0,2399)</b>	
Metodología	1,8032*** (0,5569)	2,0463*** (0,4596)	2,0772*** (0,4505)	2,0648*** (0,45038)	<b>1,1407***</b> <b>(0,1831)</b>	
Matrícula	0,3981* (0,2414)	0,3431 (0,2190)	0,2170*** (0,0680)	0,2190*** (0,0680)	<b>0,2271***</b> <b>(0,0681)</b>	
Género * Privado	-0,2337 (0,1612)	-0,1514 (0,1131)				
Género * Metodología	0,0867 (0,1148)	0,0837 (0,1128)				
Género * Matrícula	0,0321 (0,0529)					
Edad * Privado	0,0708** (0,0292)	0,0693** (0,028)	0,0626*** (0,0205)	0,0623*** (0,0205)		
Edad * Metodología	-0,0362** (0,0182)	-0,0380** (0,0179)	-0,0395** (0,01754)	-0,0390** (0,0175)		
Edad * Matrícula	-0,0038 (0,0084)	-0,0032 (0,0081)				
Estrato * Privado	0,1854** (0,0770)	0,1953*** (0,074)	0,1926*** (0,0740)	0,1926*** (0,0740)	<b>0,20171***</b> <b>(0,0741)</b>	
Estrato * Metodología	-0,1717*** (0,0607)	-0,1697*** (0,0604)	-0,1709*** (0,0603)	-0,1693*** (0,06037)	<b>-0,1728***</b> <b>(0,0604)</b>	
Estrato * Matrícula	-0,0574** (0,0240)	-0,0602** (0,0234)	-0,0612*** (0,0231)	-0,0612*** (0,0231)	<b>-0,0630***</b> <b>(0,0232)</b>	
Trabajo * Privado	0,0013 (0,0076)					
Trabajo * Metodología	-0,0086** (0,0059)					
Trabajo * Matrícula	0,0000 (0,0025)	-0,0078 (0,0053)				

Matemáticas * Privado	0,0039 (0,0065)					
Matemáticas * Metodología	0,0039 (0,0053)					
Matemáticas * Matrícula	-0,0022 (0,0020)	-0,00089 (0,0013)				
<b>Estimación de parámetros de covarianzas</b>						
Intersección ( Sujeto= universidad) Varianza	0,1461***	0,1481***	0,1477***	0,1479***	<b>0,1378***</b>	0,1706***
residuo	0,8012***	0,8003***	0,8002***	0,8002***	<b>0,8057***</b>	0,8511***
<b>Criterios de información</b>						
AIC	6092,41	6048,22	6019,82	6011,341	6003,957	6099,55
BIC	6103,81	6059,63	6031,23	6022,752	6015,371	6110,972
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo						
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10						

**Tabla 31.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Razonamiento Cuantitativo 2015. Fuente propia.

En la tabla 31 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobre estima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor modelo 5, que tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=6003.95 y un BIC=6015.371, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 5 es el que presenta el mejor ajuste.

### 2.1.1 Estadísticos del modelo escogido para razonamiento cuantitativo 2015

Para garantizar que el modelo 5 sea el más adecuado para la competencia de razonamiento cuantitativo de 2015, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

#### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla 32 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	1167,031	689,140	0,000

Género	1	2197,412	57,930	0,000
Edad	1	2204,648	11,633	0,001
Matrícula	1	2145,878	11,115	0,001
Estrato	1	2219,229	17,216	0,000
Matemáticas	1	2217,603	408,467	0,000
Metodología	1	560,694	38,817	0,000
Privado	1	489,885	15,687	0,000
Privado * Estrato	1	2223,152	7,399	0,007
Metodología * Estrato	1	2223,919	8,178	0,004
Matrícula * Estrato	1	2215,154	7,366	0,007
a. Variable dependiente: Razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2015.				

**Tabla 32** Prueba de efectos fijos modelos 5 para razonamiento cuantitativo 2015. Fuente propia.

A partir de la tabla 32 que es una salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.000 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 32 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 5.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 33 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	7,695	0,293	1167,031	26,251	0,000	7,120	8,270
Género	0,358	0,047	2197,412	7,611	0,000	0,266	0,451
Edad	-0,025	0,007	2204,648	-3,411	0,001	-0,039	-0,011
Matrícula	0,227	0,068	2145,878	3,334	0,001	0,094	0,361
Estrato	0,295	0,071	2219,229	4,149	0,000	0,155	0,434
matemáticas	0,039	0,002	2217,603	20,211	0,000	0,035	0,042
Metodología	1,141	0,183	560,694	6,230	0,000	0,781	1,500
Privado	-0,950	0,240	489,885	-3,961	0,000	-1,422	-0,479

Privado * Estrato	0,202	0,074	2223,152	2,720	0,007	0,056	0,347
Metodología * Estrato	-0,173	0,060	2223,919	-2,860	0,004	-0,291	-0,054
Matrícula * Estrato	-0,063	0,023	2215,154	-2,714	0,007	-0,109	-0,017
a. Variable dependiente: Razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2015.							

**Tabla 33** Estimación de efectos fijos modelos 5 razonamiento cuantitativo 2015. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 33, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 34 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Residuo	0,806	0,024	32,998	0,000	0,759	0,855
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza 0,138	0,036	3,872	0,000	0,083	0,229
a. Variable dependiente: Razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2015.						

**Tabla 34** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6 razonamiento cuantitativo 2015. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 34 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 35 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Intercepción	Género	Edad	Estrato	Matemáticas	Privado	Metodología	Matrícula	Estrato * Privado	Estrato * Metodología	Estrato * Matrícula
Intercepción	0,0859	0,0001	-0,0013	-0,0093	-0,0002	0,0162	-0,0253	-0,0087	-0,0068	0,0054	0,0027
Género	0,0001	0,0022	0,0000	-0,0001	0,0000	0,0004	-0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000
Edad	-0,0013	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Estrato	-0,0093	-0,0001	0,0000	0,0050	0,0000	-0,0075	0,0053	0,0031	0,0030	-0,0031	-0,0012
matemáticas	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Privado	0,0162	0,0004	0,0001	-0,0075	0,0000	0,0576	-0,0136	-0,0113	-0,0145	0,0046	0,0034
Metodología	-0,0253	-0,0006	0,0000	0,0053	0,0000	-0,0136	0,0335	0,0017	0,0037	-0,0069	-0,0005
Matrícula	-0,0087	-0,0001	0,0000	0,0031	0,0000	-0,0113	0,0017	0,0046	0,0037	-0,0009	-0,0014
Estrato * Privado	-0,0068	-0,0001	0,0000	0,0030	0,0000	-0,0145	0,0037	0,0037	0,0055	-0,0017	-0,0014
Estrato * Metodología	0,0054	0,0000	0,0000	-0,0031	0,0000	0,0046	-0,0069	-0,0009	-0,0017	0,0037	0,0003
Estrato * Matrícula	0,0027	0,0000	0,0000	-0,0012	0,0000	0,0034	-0,0005	-0,0014	-0,0014	0,0003	0,0005

a. Variable dependiente: Saber PRO 2015 razonamiento cuantitativo.

**Tabla 35** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 5. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 35, se observa que la mayor varianza se encuentra en la interceptación con un valor de 0.0859, la variable privado tiene un valor de 0.0576. Las covarianzas son pequeñas, pero por el tipo de escala usada en ese año 2015, es difícil analizar a fondo esta matriz, porque los números menores a la unidad al cuadrado son mucho menores.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 36) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]	
			Varianza	
Residuo		0,000596	-2,468E-05	
Intersección [sujeto = Universidad]		-2,468E-05	0,001268	

a. Variable dependiente: Razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2015.
--

**Tabla 36** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 5. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 59, se observa que la covarianza de -0.000024 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 0.000596 y 0.001268, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 2.1.2 Varianzas entre y al interior de las universidades

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas:

$\sigma^2$	0.000596
$\tau_{00}$	0.001268
$\tau_{01}$	-0.000024

**Tabla 37** Covarianza para el modelo 5. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{0.001268}{0.001268 + 0.000596} = 0.909 \quad (9)$$

El anterior resultado de la ecuación (9) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 90.9% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 47 universidades del grupo de referencia, y el 9.01% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 2.1.3 Ecuación de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2015

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 5, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2015, que aparece a continuación:

$$\begin{aligned}
 \widehat{SaberPro\ Razonamiento}_{ij} = & 7.695 + 0.358Genero_{ij} - 0.024Edad_{ij} + \\
 & 0.294Estrato_{ij} + 0.038Matematicas_{ij} - 0.950Privada_j + 1.140Metodologia_j + \\
 & 0.227Matricula_j + 0.201Privada_jEstrato_{ij} - 0.172Metodologia_jEstrato_{ij} - \\
 & 0.063Matricula_jEstrato_{ij} + u_{0j} \quad (10)
 \end{aligned}$$

## 2.2 Competencia de lectura crítica 2015

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de lectura crítica 2015, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

Parámetro	Modelo 1 Estimación	Modelo 2 Estimación	Modelo 3 Estimación	Modelo 4 Estimación	Modelo 5 Estimación	Modelo 6 Estimación
<b>Efecto fijo</b>						
Interceptación	7,9800*** (0,6358)	8,0464*** (0,3464)	7,9724*** (0,3019)	7,9080*** (0,2667)	8,1330*** (0,2565)	<b>8,2075*** (0,2542)</b>
Género	-0,1062 (0,1241)	-0,1119 (0,1236)	0,0360 (0,0769)	0,1376*** (0,0506)	0,0723* (0,0425)	
Edad	-0,0193 (0,0181)	-0,0140 (0,0092)	-0,0190*** (0,0066)	-0,0179*** (0,0066)	-0,0165** (0,0066)	<b>-0,0150** (0,0065)</b>
Estrato	0,3046*** (0,0672)	0,3029*** (0,0652)	0,2945*** (0,0647)	0,1550*** (0,0396)	0,0845*** (0,0190)	<b>0,0907*** (0,0188)</b>
Trabajo	0,0034 (0,0064)	0,0050 (0,0053)	0,0103** (0,0042)	0,0105** (0,0042)	0,0014 (0,0020)	
EducacionMadre	-0,0418*** (0,0160)	-0,0333*** (0,0113)	-0,0236** (0,0095)			
EducacionPadre	0,0067 (0,0059)	0,0066 (0,0059)				
Lenguaje	0,0430*** (0,0075)	0,03729*** (0,0028)	0,0376*** (0,0028)	0,0374*** (0,0028)	0,0381*** (0,0028)	<b>0,0383*** (0,0028)</b>
Privado	-1,2103 (0,7795)	-0,8672** (0,3490)	-1,1242*** (0,3285)	-0,8796*** (0,2825)	-1,0270*** (0,2708)	<b>-0,9195*** (0,2652)</b>
Metodologia	1,4112** (0,5516)	1,2148*** (0,3519)	0,9798*** (0,1829)	0,8691*** (0,1363)	0,7788*** (0,1256)	<b>0,7923*** (0,1259)</b>
Matrícula	-0,0023 (0,2389)	-0,0210 (0,0839)	0,1009 (0,0687)	0,1085** (0,0422)	0,0449* (0,0269)	
Género * Privado	-0,4506*** (0,1446)	-0,4572*** (0,1439)	-0,2966*** (0,1022)	-0,2074** (0,0923)		
Género * Metodologia	0,2176** (0,1033)	0,2183** (0,1030)	0,1852* (0,1019)			
Género * Matrícula	0,0656 (0,0476)	0,0689 (0,0473)				



Edad * Privado	0,0059 (0,0262)					
Edad * Metodología	-0,0157 (0,0164)	-0,0101 (0,0132)				
Edad * Matrícula	0,0026 (0,0076)					
Estrato * Privado	0,1403** (0,07055)	0,1392** (0,0680)	0,1153 (0,0671)			
Estrato * Metodología	-0,1224** (0,0559)	-0,1208** (0,0547)	-0,1179** (0,0546)			
Estrato * Matrícula	-0,0654*** (0,0222)	-0,0647*** (0,0214)	-0,057*** (0,0211)	-0,0255** (0,0127)		
Trabajo * Privado	-0,0033 (0,0069)					
Trabajo * Metodología	-0,0110** (0,0054)	-0,0123** (0,0049)	-0,0118 (0,0047)	-0,0117** (0,0048)		
Trabajo * Matrícula	0,0029 (0,0023)	0,0022 (0,0015)				
EducacionMadre * Privado	-0,0208 (0,0135)	-0,0138 (0,0098)	0,0078*** (0,0029)			
EducacionMadre * Metodología	0,0065 (0,0098)					
EducacionMadre * Matrícula	0,0149*** (0,0052)	0,0127*** (0,0044)				
Privado * Lenguaje	0,0191** (0,0076)	0,0130*** (0,0045)	0,0134*** (0,0045)	0,0135*** (0,0045)	0,0125* (0,0045)	<b>0,0125*** (0,0045)</b>
Metodología * Lenguaje	-0,0030 (0,0064)					
Matrícula * Lenguaje	-0,0020 (0,0024)					
<b>Estimación de parámetros de covarianzas</b>						
Intersección ( Sujeto= universidad) Varianza	0,1071	0,1057	0,1031	0,1000	0,0954	<b>0,0983</b>
residuo	0,6565	0,6555	0,6568	0,6602	0,6645	<b>0,6652</b>
<b>Criterios de información</b>						
AIC	5663,78	5621,72	5592,12	5577,53	5574,375	<b>5560,459</b>
BIC	5679,182	5633,125	5603,531	5588,952	5585,791	<b>5571,877</b>
Variable dependiente Saber Pro razonamiento cuantitativo						
***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10						

**Tabla 38.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Lectura Crítica 2015. Fuente propia.

En la tabla 91 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobreestima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor modelo 6, que tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=5560.45

y un BIC=5571.877, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 6 es el que presenta el mejor ajuste.

### 2.2.1 Estadísticos del modelo escogido para lectura crítica Saber Pro 2015

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para la competencia de lectura crítica 2015, se van a revisar sus diferentes estadísticos:

#### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla 42 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	1025,429	1042,418	0,000
Edad	1	2209,558	5,290	0,022
Estrato	1	2204,320	23,200	0,000
Lenguaje	1	2221,525	181,882	0,000
Privado	1	952,557	12,021	0,001
Metodología	1	183,219	39,594	0,000
Privado * Lenguaje	1	2211,780	7,734	0,005

a. Variable dependiente: lectura Saber Pro 2015.

**Tabla 39** Prueba de efectos fijos modelos 6 para Lectura Crítica 2015. Fuente propia.

A partir de la tabla 39 que es una salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.000 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 39 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

#### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 40 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	8,21	0,25	1025,43	32,29	0,00	7,71	8,71
Edad	-0,02	0,01	2209,56	-2,30	0,02	-0,03	0,00
Estrato	0,09	0,02	2204,32	4,82	0,00	0,05	0,13
Lenguaje	0,04	0,00	2221,52	13,49	0,00	0,03	0,04
Privado	-0,92	0,27	952,56	-3,47	0,00	-1,44	-0,40
Metodología	0,79	0,13	183,22	6,29	0,00	0,54	1,04
Privado * Lenguaje	0,01	0,00	2211,78	2,78	0,01	0,00	0,02

a. Variable dependiente: Lectura Crítica Saber Pro 2015.

**Tabla 40** Estimación de efectos fijos modelos 6 lectura crítica 2015. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t Student tabla 43, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen Pvalor=0.000, por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 41 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Residuo	0,665277	0,020149	33,017	0,000	0,626934	0,705965
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza 0,098383	0,026352	3,733	0,000	0,058199	0,166310

a. Variable dependiente: Lectura crítica Saber Pro 2015.

**Tabla 41** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6 Lectura crítica 2015. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 41 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 41 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Intercepción	Edad	Estrato	Lenguaje	Privado	Metodología	Privado * Lenguaje
Intercepción	0,065	-0,001	0,000	0,000	-0,024	-0,011	0,000
Edad	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Estrato	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lenguaje	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Privado	-0,024	0,000	0,000	0,000	0,070	-0,005	-0,001
Metodología	-0,011	0,000	0,000	0,000	-0,005	0,016	0,000
Privado * Lenguaje	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000

a. Variable dependiente: lectura crítica Saber Pro 2015.

**Tabla 42** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 42, se observa que la mayor varianza es de la intercepción con un valor de 0.065, la varianza de la variable privado es de 0.070, las demás son muy pequeñas. Las covarianzas también son pequeñas, resalta la de privado con Intercepción que tiene un valor de -0.024 que muestra relación entre los valores grandes de una variable con los valores pequeños de la otra. Pero por el tipo de escala usada en el año 2015 se dan valores muy pequeños que dificultan la lectura de la matriz.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 46) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		0,00041	-0,00002
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-0,00002	0,00069

a. Variable dependiente: lectura crítica Saber Pro 2015.

**Tabla 43** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 43, se observa que la covarianza de -0.00002 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 0.00041 y 0.00069, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 2.2.2 Varianzas “entre” (intra, en ingles between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 44:

$\sigma^2$	0.00041
$\tau_{00}$	0.00069
$\tau_{01}$	-0.00002

**Tabla 44** Covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{0.00069}{0.00069 + 0.00041} = 0.6273 \quad (11)$$

El anterior resultado de la ecuación (11) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 62.73% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 47 universidades del grupo de referencia, y el 38.27% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 2.2.3 Ecuación de pronóstico para lectura crítica 2015

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para lectura crítica 2015, que aparece a continuación:

$$\widehat{SaberPro\ Lectura}_{ij} = 8.207 - 0.015Edad_{ij} + 0.090Estrato_{ij} + 0.038Lenguaje_{ij} - 0.919Privada_j + 0.792Metodologia_j + 0.0125Privada_jLenguaje_{ij} + u_{0j} \quad (12)$$

### 2.3 Competencia de Inglés Saber Pro 2015

Para buscar los estimadores del mejor modelo de la competencia de Inglés Saber Pro 2015, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados:

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6	modelo 7	modelo 8
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
Interceptación	7,7493** (0,6775)	7,5072** (0,4597)	7,6230** (0,4387)	7,4639*** (0,4007)	7,4630** (0,3030)	7,5468** (0,2981)	<b>7,5309***</b> <b>(0,2967)</b>	6,9275** (0,1246)
Género	0,2929* (0,1529)	0,2839* (0,1519)	0,2810* (0,1517)	0,2776* (0,1517)	0,2605** (0,0520)	0,2646** (0,0519)	<b>0,2655***</b> <b>(0,0519)</b>	0,2611** (0,0519)
Edad	-0,0192 (0,0225)	-0,0104 (0,0114)	-0,0089 (0,0113)	-0,0001 (0,0092)	0,0057 (0,0040)			
Educación Padre	0,0051 (0,0073)	0,0050 (0,0072)						
Educación Madre	0,0047 (0,0040)	0,0049 (0,0040)	0,0054 (0,0040)	0,0054 (0,0040)				
Estrato	0,1778** (0,0830)	0,2023** (0,0558)	0,2066** (0,0556)	0,1527*** (0,0240)	0,1503** (0,0239)	0,1577** (0,0235)	<b>0,1599***</b> <b>(0,0233)</b>	0,1580** (0,0234)
Trabajo	0,0034 (0,0079)	0,0022 (0,0052)	-0,0021 (0,0024)	-0,0020 (0,0024)				
Saber 11 Inglés	0,0381** (0,0072)	0,0379** (0,0063)	0,0368** (0,0058)	0,0377*** (0,0058)	0,0376** (0,0057)	0,0380** (0,0057)	<b>0,0380***</b> <b>(0,0057)</b>	0,0483** (0,0032)
Privado	-0,0895 (0,8880)	-0,3942 (0,5638)	-0,4394 (0,5578)	-0,7805 (0,4743)	- (0,8571** (0,4058)	- (0,7965** (0,3996)		
Metodología	- 1,5415** (0,6153)	- 1,5025** (0,6008)	- 1,4249** (0,5892)	-0,8921*** (0,3261)	- 0,7083** (0,3143)	- 0,7075** (0,3143)	<b>-0,7094***</b> <b>(0,3125)</b>	
Matrícula	-0,0070 (0,2602)	0,1152 (0,0850)	0,0779 (0,0544)	0,0740 (0,0543)	0,0288 (0,0329)			
Género * Privado	-0,1124 (0,1783)	-0,1244 (0,1766)	-0,1256 (0,1765)	-0,1345 (0,1765)				
Género * Metodología	0,2244* (0,1274)	0,2274* (0,1270)	0,2275* (0,1270)	0,2358* (0,1266)				
Género * Matrícula	-0,0621 (0,0586)	-0,0580 (0,0579)	-0,056 (0,0579)	-0,0559 (0,0579)				

Edad *	0,0066	0,0160	0,0175	0,0326*	0,0309*	0,0312*		
Privado	(0,0327)	(0,0230)	(0,0228)	(0,0188)	(0,0165)	(0,0165)		
Edad *	0,0296	0,0285	0,0249					
Metodología	(0,0203)	(0,0199)	(0,0197)					
Edad *	0,0043							
Matrícula	(0,0094)							
Estrato *	-0,0333							
Privado	(0,0892)							
Estrato *	-0,0560	-0,0644	-0,0660					
Metodología	(0,0687)	(0,0617)	(0,0616)					
Estrato *	0,0112							
Matrícula	(0,0280)							
Trabajo *	-0,0000							
Privado	(0,0085)							
Trabajo *	-0,0050	-0,0055						
Metodología	(0,0066)	(0,0059)						
Trabajo *	-0,0005							
Matrícula	(0,0028)							
SB11Inglés *	-0,0001							
Privado	(0,0063)							
SB11Inglés *	0,0308**	0,0309**	0,0302**	0,0288***	0,0289**	0,0289**	<b>0,0284***</b>	0,0165**
Metodología	*	*	*	(0,0060)	*	*	<b>(0,0060)</b>	*
	(0,0064)	(0,0062)	(0,0061)		(0,0060)	(0,0060)		(0,0028)
SB11Inglés *	-0,0006	-0,0006						
Matrícula	(0,0020)	(0,0012)						
Estimaciones de parámetros de covarianza								
Residuo	1,0005**	0,9980**	0,9977**	0,9979***	0,9985**	0,9988**	<b>0,6822***</b>	1,0000**
	*	*	*		*	*		*
Intersección [sujeto = Universidad] Varianza	0,1157**	0,1162**	0,1142**	0,1144***	0,1172**	0,1190**	<b>0,1030***</b>	0,1298**
	*	*	*		*	*		*
Criterio de información								
Akaike (AIC)	6567,301	6524,109	6497,856	6490,695	6471,514	6460,326	<b>6455,466</b>	6459,909
Bayesiano de Schwarz (BIC)	6578,702	6535,515	6509,265	6502,106	6482,930	6471,743	<b>6466,885</b>	6471,328

**Tabla 45.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Inglés Saber Pro 2015. Fuente propia.

En la tabla 45 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobre estima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor modelo 7, que tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=6455.466 y un BIC=6466.885, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 7 es el que presenta el mejor ajuste.

### 2.3.1 Estadísticos del modelo escogido para Inglés Saber Pro 2015

Para garantizar que el modelo 7 sea el más adecuado para la competencia de inglés 2015, se van a revisar sus diferentes estadísticos.

- **Prueba de Efectos fijos**

En la siguiente tabla 46 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

**H<sub>0</sub>:**  $\beta_i=0$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i\neq 0$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	1238,524	644,026	0,000
Género	1	2206,005	26,091	0,000
Estrato	1	2187,196	46,814	0,000
SB11Inglés	1	2186,301	43,255	0,000
Metodología	1	1438,906	5,153	0,023
SB11Inglés * Metodología	1	2206,916	21,869	0,000

a. Variable dependiente: Inglés Saber Pro 2015.

**Tabla 46.** Prueba de efectos fijos modelos 7 para Inglés Saber Pro 2015. Fuente propia

A partir de la tabla de salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 7, con Pvalor=0.00 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 42 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 7.

**Prueba individual de los estimadores**

En la siguiente tabla 43 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

**H<sub>0</sub>:**  $\beta_i=0$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i\neq 0$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
-----------	------------	----------------	----	---	------	-------------------------------



						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	7,5309	0,2967	1238,524	25,378	0,000	6,9487	8,1131
Género	0,2655	0,0519	2206,005	5,108	0,000	0,1635	0,3674
Estrato	0,1599	0,0233	2187,196	6,842	0,000	0,1140	0,2057
SB11Inglés	0,0380	0,0057	2186,301	6,577	0,000	0,0266	0,0493
Metodología	-0,7094	0,3125	1438,906	-2,270	0,023	-1,3224	-0,0963
SB11Inglés * Metodología	0,0284	0,0060	2206,916	4,676	0,000	0,0165	0,0403

a. Variable dependiente: Inglés Sabor Pro 2015.

**Tabla 47.** Estimación de efectos fijos modelos 7 Inglés Saber Pro 2015. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t student, para todas las variables escogidas en el modelo 7 se tienen  $P_{valor}=0.00$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 7.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 44 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Residuo		1,000347	0,030298	33,017	0,000	0,942692	1,061528
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	0,114374	0,031868	3,589	0,000	0,066246	0,197468

a. Variable dependiente: Inglés Saber Pro 2015.

**Tabla 48** Estimación de parámetros de covarianza modelos 7 Inglés 2015. Fuente propia.

Al realizar la prueba de Wald tabla 44 se obtienen un valor de  $P_{valor}=0.000$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 7.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 49 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Interceptación	Género	Estrato	SB11Inglés	Metodología	Saber11Inglés * Metodología
Interceptación	0,08806	-0,00137	-0,00076	-0,00149	-0,08440	0,00151
Género	-0,00137	0,00270	-0,00007	0,00000	-0,00053	0,00000
Estrato	-0,00076	-0,00007	0,00055	0,00000	-0,00008	-0,00001
Saber11Inglés	-0,00149	0,00000	0,00000	0,00003	0,00150	-0,00003
Metodología	-0,08440	-0,00053	-0,00008	0,00150	0,09766	-0,00169
Saber11Inglés * Metodología	0,00151	0,00000	-0,00001	-0,00003	-0,00169	0,00004

a. Variable dependiente: Saber PRO 2015 Inglés.

**Tabla 49** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 7. Fuente propia.

En la matriz de varianzas y covarianzas tabla 49, se observa que la mayor varianza es de la interceptación que tiene valor de 0.088, la varianza de metodología tiene un valor de 0.097, las demás varianzas son pequeñas. Las covarianzas también son pequeñas, pero hay dependencia entre la interceptación y metodología con un valor de -0.084.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 50) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]	
			Varianza	
Residuo		0,00092	-0,00004	
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-0,00004	0,00102	

a. Variable dependiente: Inglés Saber Pro 2015.

**Tabla 50** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 7. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 50, se observa que la covarianza de -0.00004 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 0.00092 y 0.00102, resultado que confirma que hay independencia entre

estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 2.3.2 Varianzas “entre” (intra, en inglés between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.

Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas:

$\sigma^2$	0.00092
$\tau_{00}$	0.00102
$\tau_{01}$	-0.00004

**Tabla 51** Covarianza para el modelo 7. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{0.00102}{0.00102 + 0.00092} = 0.5257 \quad (13)$$

El anterior resultado de la ecuación (13) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 52.57% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 47 universidades del grupo de referencia, y el 47.43% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 2.3.3 Ecuación de pronóstico para Inglés Saber Pro 2015

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016, que aparece a continuación:

$$\widehat{SaberPro\ Ingles}_{ij} = 7.530 + 0.265Genero_{ij} + 0.159Estrato_{ij} + 0.038Ingles_{ij} - 0.709Metodologia_j + 0.028Metodologia_jIngles_{ij} + u_{0j} \quad (14)$$

## 2.4 Competencias ciudadanas Saber Pro 2015

Para buscar los estimadores del mejor modelo de competencias ciudadanas 2015, se trabajó de forma sistemática, agregando o eliminando variables en cada corrida, controlando el nivel de significancia de los estimadores y el valor de los criterios de información, he aquí algunos de los modelos analizados en la tabla 52:

	Modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	Modelo 6
Parámetro	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación	Estimación
Interceptación	7,8159*** (0,6488)	7,9157*** (0,5677)	8,2305*** (0,4906)	7,3986*** (0,2204)	7,4339*** (0,1756)	<b>7,7030*** (0,1512)</b>
Género	0,0635 (0,1316)	0,0886* (0,0536)	0,0488 (0,0448)			
Edad	-0,0211 (0,0192)	-0,0283* (0,0153)	-0,0288* (0,0151)			
Estrato	0,3114*** (0,070)	0,2950*** (0,0684)	0,2906*** (0,0675)	0,3004*** (0,0639)	0,1513*** (0,0379)	<b>0,0872*** (0,0195)</b>
Trabajo	-0,0001 (0,0067)	-0,0001 (0,0056)	0,0054 (0,0044)			
EducacionMadre	-0,0282* (0,0169)	-0,0125 (0,0110)				
EducacionPadre	0,0059 (0,0062)	0,0393*** (0,0072)				
Sociales	0,0402*** (0,0072)		0,0299*** (0,0048)	0,0338*** (0,0039)	0,0395*** (0,0021)	<b>0,0390*** (0,0021)</b>
Privado	-1,3454 (0,8403)	-0,9048** (0,4393)	-0,6810*** (0,2158)	-0,7430*** (0,2013)	-0,2560** (0,1057)	<b>-0,1767** (0,0859)</b>
Metodología	1,2293** (0,5765)	1,2867*** (0,3626)	0,7621*** (0,1697)	0,7117*** (0,1622)	0,4404*** (0,1164)	<b>0,4386*** (0,1142)</b>
Matrícula	-0,2253 (0,2527)	-0,3103 (0,2023)	-0,3281* (0,1746)			
Género * Privado	-0,1541 (0,1534)	-0,1191 (0,0975)				
Género * Metodología	0,0005 (0,1096)					
Género * Matrícula	0,0140 (0,0504)					
Edad * Privado	0,0227 (0,0280)					
Edad * Metodología	0,0000 (0,0175)					
Edad * Matrícula	0,0095 (0,0080)	0,0147*** (0,0055)	0,0153*** (0,0055)	0,0052** (0,0021)	0,0048*** (0,0015)	
Estrato * Privado	0,1955*** (0,0736)	0,1748** (0,0709)	0,1726** (0,0705)	0,1868*** (0,0659)		
Estrato * Metodología	-0,1345** (0,0585)	-0,1213** (0,0577)	-0,1231** (0,0574)	-0,1259** (0,0568)		
Estrato * Matrícula	-0,0739*** (0,0231)	-0,0671*** (0,0223)	-0,0659*** (0,0221)	-0,0702*** (0,0200)	-0,0264** (0,0117)	

Trabajo * Privado	-0,0003 (0,0073)					
Trabajo * Metodología	-0,0086 (0,0057)	-0,0085* (0,0051)	-0,0071 (0,0050)			
Trabajo * Matrícula	0,0027 (0,0024)	0,0026* (0,0016)				
EducacionMadre * Privado	-0,0168 (0,0142)					
EducacionMadre * Metodologia	0,0119 (0,0104)	0,0036 (0,0076)				
EducacionMadre * Matrícula	0,0078 (0,0055)	0,0024 (0,0031)				
Sociales * Privado	0,0077 (0,0075)	0,0057 (0,0073)				
Sociales * Metodología	-0,0115* (0,0062)	-0,0111* (0,0061)				
Sociales * Matrícula	0,0018 (0,0024)	0,0023 (0,0024)	0,0033** (0,0015)	0,0020* (0,0011)		
<b>Estimaciones de parámetros de covarianza</b>						
Residuo	0,7347***	0,7333***	0,7344***	0,7351***	0,7384***	<b>0,7420***</b>
Intersección [sujeto = Universidad] Varianza	0,0698***	0,0702***	0,0669***	0,0662***	0,0607***	<b>0,0566***</b>
<b>Criterio de información</b>						
Akaike (AIC)	5897,508	5859,032	5810,341	5784,532	5774,823	<b>5766,247</b>
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	5908,906	5870,437	5821,752	5795,947	5786,241	<b>5777,667</b>

**Tabla 52.** Estimación de parámetros para diferentes modelos Razonamiento Cuantitativo 2016. Fuente propia.

En la tabla 52 se presentan los modelos estudiados, se observan los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios, con sus respectivas sus desviaciones estándar y su nivel de significancia. Se colocaron todas las variables del modelo general, con lo que se sobre estima, pero a partir de él por prueba y error de forma sistemática se fueron retirando variables, donde se encuentra que el mejor modelo 6, que tiene los menores valores de los criterios de información con AIC=5766.247 y un BIC=5777.667, además los estimadores tienen Pvalores significativos ya que son menores al 1%. Este modelo 6 es el que presenta el mejor ajuste.

#### 2.4.1 Estadísticos del modelo escogido para razonamiento

Para garantizar que el modelo 6 sea el más adecuado para competencias ciudadanas 2015, se van a revisar sus diferentes estadísticos.

#### Prueba de Efectos fijos

En la siguiente tabla 42 se presentan los estadísticos para analizar realizar las pruebas de efectos fijos, usando la prueba parcial de F:

**H<sub>0</sub>:**  $\beta_i=0$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i\neq 0$

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	225,472	2593,320	0,000
Estrato	1	2059,001	19,994	0,000
Sociales	1	2208,692	329,829	0,000
Metodología	1	93,865	14,739	0,000
Privado	1	48,244	4,231	0,045
a. Variable dependiente: competencias Ciudadanas Saber Pro 2015.				

**Tabla 53.** Prueba de efectos fijos modelos 6 para competencias ciudadanas 2015. Fuente propia.

A partir de la tabla de salida de SPSS, se realizó la prueba F de significancia para las variables de efectos fijos del modelo 6, con Pvalor=0.00 para todas las variables planteadas, a un nivel de significancia 1%, por lo que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiados en la tabla 42 de efectos fijos si aportan significativamente al modelo 6.

### Prueba individual de los estimadores

En la siguiente tabla 54 se presentan los estadísticos de la prueba t-Student para analizar la significancia individual de los estimadores:

**H<sub>0</sub>:**  $\beta_i=0$

**H<sub>1</sub>:**  $\beta_i\neq 0$

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Interceptación	7,7031	0,1513	225,4721	50,9246	0,0000	7,4050	8,0012
Estrato	0,0873	0,0195	2059,0008	4,4715	0,0000	0,0490	0,1256
Sociales	0,0391	0,0022	2208,6920	18,1612	0,0000	0,0349	0,0433
Metodología	0,4387	0,1143	93,8650	3,8391	0,0002	0,2118	0,6656
Privado	-0,1768	0,0860	48,2445	-2,0569	0,0451	-0,3496	-0,0040

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas 2015.

**Tabla 54** Estimación de efectos fijos modelos 6 competencias ciudadanas 2015. Fuente propia.

Para estudiar los estimadores de manera individual, se realizó la prueba t student, para todas las variables escogidas en el modelo 6 se tienen  $P_{valor}=0.00$ , por lo que a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se puede considerar que cada uno de los estimadores estudiado es diferente de cero y son significativas para el modelo 6.

### Prueba de estimadores de parámetros de covarianza

En la siguiente tabla 55 se presentan la prueba de Wald para analizar la significancia individual de los para los parámetros de covarianzas:

$$H_0: \beta_i=0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Residuo		0,742	0,022	33,066	0,000	0,699	0,787
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	0,057	0,017	3,387	0,001	0,032	0,101

a. Variable dependiente: Competencias ciudadanas 2015.

**Tabla 55** Estimación de parámetros de covarianza modelos 6 competencias ciudadanas 2015. Fuente propia.

Para la estimación de la variabilidad para el residuo y el intercepto, al realizar la prueba de Wald con  $P_{valor}=0.00$  a un nivel de significancia 1%, hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se puede considerar que los parámetros residuos e intercepción son diferentes de cero y significativos para el modelo 6.

### Matriz de varianzas y covarianzas de efectos fijos

En la siguiente matriz tabla 56 se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de efectos fijos:

Parámetro	Interceptación	Estrato	Sociales	Metodología	Privado
-----------	----------------	---------	----------	-------------	---------

Interceptación	0,0229	-0,0006	-0,0002	-0,0083	-0,0011
Estrato	-0,0006	0,0004	0,0000	-0,0003	-0,0002
Sociales	-0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Metodología	-0,0083	-0,0003	0,0000	0,0131	-0,0024
Privado	-0,0011	-0,0002	0,0000	-0,0024	0,0074
a. Variable dependiente: Saber PRO Competencias Ciudadanas.					

**Tabla 56** Salida de SPSS Matriz de covarianza estimadores de efectos fijos modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de varianza y covarianza tabla 56, se observa que la mayor varianza se encuentra en la interceptación con un valor de 0.0229, la varianza de metodología tiene un valor de 0.0131, las demás son pequeñas. Las covarianzas son pequeñas, pero por el tipo de escala usada en ese año 2015, casi todas las covarianzas son aproximadamente ceros.

### Matriz de varianzas y covarianzas de parámetros de covarianzas

En la siguiente matriz (ver tabla 57) se presentan las varianzas y covarianzas de la estimación de los parámetros de covarianza:

Parámetro		Residuo	Intersección [sujeto = Universidad]
			Varianza
Residuo		0,00050	-0,00001
Intersección [sujeto = Universidad]	Varianza	-0,00001	0,00028
a. Variable dependiente: Saber Pro Competencias Ciudadanas.			

**Tabla 57** Salida de SPSS Matriz de covarianza para estimadores de parámetros de covarianza modelo 6. Fuente propia.

En la matriz de covarianza para la estimación de los parámetros de covarianza de la tabla 57, se observa que la covarianza de -0.00001 entre el intercepto y el residuo es pequeño frente a los términos de varianza 0.00050 y 0.00028, resultado que confirma que hay independencia entre estos dos parámetros, lo cual tiene marcada importancia porque este es uno de los axiomas del modelo lineal mixto que se está estudiando.

### 2.4.2 Varianzas “entre” (intra, en ingles between” y al “interior” (en inglés within) de las universidades del grupo de referencia.



Con las varianzas se puede calcular el índice de correlación intra clase (ICC), que muestra el porcentaje de la varianza de las pruebas que es explicado por la varianza entre las instituciones. Tomando los valores de las matrices de varianzas y covarianzas como se observa en la tabla 58:

$\sigma^2$	0.00050
$\tau_{00}$	0.00028
$\tau_{01}$	-0.00001

**Tabla 58** Covarianza para el modelo 6. Fuente propia.

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{0.00028}{0.00028 + 0.00050} = 0.3589 \quad (15)$$

El anterior resultado de la ecuación (15) significa que de la variabilidad del modelo de efectos fijos y aleatorios estudiado en este trabajo que fue ajustado a partir de los resultados de la base de datos del examen estandarizado Saber Pro 2016: el 35.89% de la varianza es explicada por la variabilidad entre las 47 universidades del grupo de referencia, y el 64.10% se puede explicar por variables al interior de cada una de las universidades, esta última está directamente relacionada con el efecto aula dado por cada institución a sus estudiantes.

### 2.4.3 Ecuación de pronóstico para competencias ciudadanas 2015

Después de revisar los estadísticos de los parámetros calculados para el modelo 6, se obtiene la función de pronóstico para razonamiento cuantitativo 2016, que aparece a continuación:

$$\widehat{SaberPro\ Ciudadanas}_{ij} = 7.703 + 0.087Estrato_{ij} + 0.039Sociales_{ij} - 0.176Privada_j + 0.438Metodologia_j + u_{0j} \quad (16)$$