



**UDEEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

## Propuesta metodológica para la medición de valor agregado.



Rectoría UDEC  
Dirección de Autoevaluación y  
Acreditación.

2019

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA.....	8
1.2. ESTUDIO DE LITERATURA .....	9
1.2.1. Antecedentes sobre valor agregado .....	9
1.2.2. Definiciones de valor agregado .....	11
1.2.3. Modelos de valor agregado .....	15
1.2.4. Algoritmos de aprendizaje automático.....	19
1.2.4.1. Aprendizaje Supervisado.....	20
1.2.4.2. Aprendizaje no Supervisado.....	21
1.2.4.3. Aprendizaje por Refuerzo .....	22
1.2.5. Algoritmos Aplicados.....	23
1.2.5.1. Regresión logística .....	23
1.2.5.2. Redes Neuronales .....	24
1.2.5.3. Máquinas de vector Soporte .....	27
2. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO .....	31
.....	31
2.1. ALCANCE .....	31
2.2. objetivos .....	31
2.3. Metodología.....	32
2.4. Descripción del experimento.....	33
2.5. Análisis descriptivo de los datos .....	35
2.7. Modelo de valor agregado.....	40
3. ÍNDICES PARA LA MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO .....	56
3.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICES .....	56
3.1.1. Modelado de índices estudiantes .....	57
3.1.2. Modelado de índices institucionales.....	69

4. MODELO PREDICTIVO DEL CRECIMIENTO DE LOS APRENDIZAJES DEL VALOR AGREGADO.....	82
.....	86
5.1. METODOLOGÍA PARA la ESTIMACIÓN deL valor agregado .....	86
5.1.1. Modelado de medición .....	87
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>120</b>
<b>6. 1. RESULTADOS PRUEBAS SABER - UDEC .....</b>	<b>120</b>
<b>6.1.2. Resultado global de las pruebas saber a nivel institucional.....</b>	<b>122</b>
<b>6.1.2.1. Promedio global y desviación estándar .....</b>	<b>122</b>
<b>6.1.3. Resultado global de las pruebas saber T&amp;T por programa académico .....</b>	<b>124</b>
<b>6.1.4. Histórico de los resultados de las pruebas saber pro en competencias genéricas y específicas por programa académico .....</b>	<b>128</b>
<b>6.1.5. Resultado de las pruebas saber pro en competencias genéricas y específicas por niveles de desempeño.....</b>	<b>132</b>
Bibliografía.....	159

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. COBERTURA DEPARTAMENTAL UDEC. FUENTE: BOLETÍN ESTADÍSTICO. DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2019.....	8
FIGURA 2. PRUEBAS INTERNACIONALES PARA MEDIR LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA .....	10
FIGURA 3. MODELOS PARA MEDIR LOS NIVELES DE PROGRESO O APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES.....	10
FIGURA 4 ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2019.....	20
FIGURA 5 MODELO DE APRENDIZAJE SUPERVISADO. RECUPERADO DE <a href="https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2">HTTPS://MEDIUM.COM/SOLDAI/TIPOS-DE-APRENDIZAJE-AUTOM%C3%A1TICO-6413E3C615E2</a> .....	21
FIGURA 6 MODELO DE APRENDIZAJE SUPERVISADO. RECUPERADO DE <a href="https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2">HTTPS://MEDIUM.COM/SOLDAI/TIPOS-DE-APRENDIZAJE-AUTOM%C3%A1TICO-6413E3C615E2</a> .....	22
FIGURA 7 MODELO DE APRENDIZAJE POR REFUERZO. RECUPERADO DE <a href="https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2">HTTPS://MEDIUM.COM/SOLDAI/TIPOS-DE-APRENDIZAJE-AUTOM%C3%A1TICO-6413E3C615E2</a> .....	23
FIGURA 8 GRÁFICA SEÑAL SIGMOIDE. RECUPERADO DE (SHALEV-SHWARTZ & BEN-DAVID, 2014, PÁG. 126) .....	24
FIGURA 9 ESQUEMA DE UNA NEURONA BIOLÓGICA. RECUPERADO DE (JAYARAMAN, 2017, PÁG. 6).....	24
FIGURA 10 ESQUEMA DE UNA NEURONA ARTIFICIAL. RECUPERADO DE (JAYARAMAN, 2017, PÁG. 6).....	25
FIGURA 11 FUNCIONES DE ACTIVACIÓN DE UNA NEURONA ARTIFICIAL. ....	26
FIGURA 12. HIPERPLANOS DE SEPARACIÓN DE UN ESPACIO BIDIRECCIONAL.....	28
FIGURA 13. SVM SUPERFICIES DE DECISIÓN EN R2 Y R3. RECUPERADO DE (MORALES, GONZÁLEZ, & ESCALANTE, MAQUINAS DE SOPORTE VECTORIAL , 2017, PÁG. 6). ....	29
FIGURA 14 HIPERPLANOS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA XOR, (A) SEPARACIÓN ESPACIO CARACTERÍSTICAS, (B) FUNCIÓN DE DECISIÓN NO LINEAL. RECUPERADO DE (CARMONA, 2014, PÁG. 3),.....	29
FIGURA 15 METODOLOGÍA PARA CALCULAR EL VALOR AGREGADO EN UDEC.....	32
FIGURA 16 MODELO DE CRECIMIENTO DE HABILIDADES ESTUDIANTES.....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS SABER 11 Y SABER PRO-2018 UDEC.....	38
GRÁFICO 2 DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS SABER 11 Y SABER PRO-2017 UDEC.....	39
GRÁFICO 3 DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS SABER 11 Y SABER PRO-2016 UDE. ELABORACIÓN PROPIA.....	39
GRÁFICO 4 RESUMEN DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO POR COMPETENCIAS PRUEBAS SABER PRO-2018 UDEC. ....	42
GRÁFICO 5 RESUMEN DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO POR COMPETENCIAS PRUEBAS SABER PRO- 2017 UDEC.....	43
GRÁFICO 6. RESUMEN DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO POR COMPETENCIAS PRUEBAS SABER PRO-PRO-2016C.....	44
GRÁFICO 7 DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO COMPETENCIA CUANTITATIVO POR GRUPOS DE REFERENCIA 2018.....	47
GRÁFICO 8 DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO COMPETENCIA CUANTITATIVO POR GRUPOS DE REFERENCIA 2017.....	49
GRÁFICO 9 DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO COMPETENCIA CUANTITATIVO POR GRUPOS DE REFERENCIA 2016.....	51
GRÁFICO 10 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES POR GRUPOS DE REFERENCIA 2018 .....	59
GRÁFICO 11. HISTÓRICO DE LOS RESULTADOS EN LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS A NIVEL INSTITUCIONAL. SABER PRO: 2016 - 2019. FUENTE: PRISMA - ICFES 2019. ....	123
GRÁFICO 12. HISTÓRICO DE LOS RESULTADOS EN LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS A NIVEL INSTITUCIONAL. SABER T&T: 2016 - 2019. FUENTE: PRISMA - ICFES 2019.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DEFINICIONES DE VALOR AGREGADO .....	11
TABLA 2 MODELOS APLICADOS EN VALOR AGREGADO .....	13
TABLA 3 MODELO DE REGRESIÓN LINEAL POR MCO .....	16
TABLA 4 MODELO DE EFECTOS FIJOS .....	17
TABLA 5 MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS.....	17
TABLA 6 MODELO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES .....	18
TABLA 7 COMPARATIVA DE UNA NEURONA BIOLÓGICA Y UNA NEURO ARTIFICIAL .....	25
TABLA 8 COMPARATIVA DE UNA NEURONA BIOLÓGICA Y UNA NEURO ARTIFICIAL .....	25
TABLA 9 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO.....	33
TABLA 10 CARACTERÍSTICAS CONJUNTO DE DATOS CONSOLIDADOS SABER 11 Y SABER PRO UDEC .....	35
TABLA 11 DESCRIPCIÓN VARIABLES TIPO CHAR SABER 11 Y SABER PRO UDEC .....	36
TABLA 12 DESCRIPCIÓN VARIABLES TIPO NUM SABER 11 Y SABER PRO UDEC.....	37
TABLA 13 CAMBIO EN LA ESTRUCTURA DEL EXAMEN SABER 11. ....	37
TABLA 14. GRUPOS DE REFERENCIA PRUEBAS SABER PRO UDEC.....	45
TABLA 15. PROGRAMAS ACADÉMICOS POR GRUPOS DE REFERENCIAS UDEC 2018.....	45
TABLA 16. CRECIMIENTO RAZONAMIENTO CUANTITATIVO 2016 -2018.....	52
TABLA 17 CRECIMIENTO LECTURA CRÍTICA 2016 -2018 .....	53
TABLA 18 CRECIMIENTO COMPETENCIAS CIUDADANAS 2016 -2018 .....	53
TABLA 19 CRECIMIENTO INGLÉS 2016 -2018 .....	54
TABLA 20. CRECIMIENTO RAZONAMIENTO CUANTITATIVO 2016 -2018.....	54
TABLA 21 FACTORES ESTUDIANTES CONSOLIDADO VARIABLES SABER 11 Y SABER PRO UDEC.....	57
TABLA 22 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES ÁREA SOCIODEMOGRÁFICA UDEC .....	57
TABLA 23 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES ÁREA SOCIOECONÓMICA UDEC .....	60
TABLA 24 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES ÁREA FAMILIAR UDEC.....	63
TABLA 25 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES ÁREA ACADÉMICA UDEC .....	64
TABLA 26 RESUMEN ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CORRESPONDENCIA PRINCIPALES INDICADOR FACTORES PERSONALES UDEC.....	66
TABLA 27 RESULTADOS ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES INDICADOR SOCIODEMOGRÁFICO UDEC.....	68
TABLA 28 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES PROFESORES UDEC.....	70
TABLA 29 ANÁLISIS FACTORES PROFESORES UDEC.....	72
TABLA 30. VARIABLES DE INFRAESTRUCTURA UDEC .....	72
TABLA 31 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES INFRAESTRUCTURA UDEC .....	73
TABLA 32 ANÁLISIS FACTORES INFRAESTRUCTURA UDEC.....	76
TABLA 33 COMPARATIVO MÉTRICAS MODELOS REGRESIÓN LOGÍSTICA, REDES NEURONALES Y MÁQUINAS DE VECTOR SOPORTE A LOS VARIABLES DEL MODELO DE VALOR AGREGADO UNIMINUTO .....	82
TABLA 34 VARIABLES INDEPENDIENTES RELEVANTES PARA EL MODELO PREDICTIVO .....	83
TABLA 35. PROGRAMAS ACADÉMICOS POR SEDE Y GRUPOS DE REFERENCIA.....	86
TABLA 36 CAMBIO EN LA ESTRUCTURA DEL EXAMEN SABER 11 .....	88

## INTRODUCCIÓN

La ruta de navegación de la Universidad de Cundinamarca “Disoñando la Universidad que queremos”, establece los pilares estratégicos (Universidad translocal, ambiental (transmoderna), emprendimiento (creadora de oportunidades), alta calidad y educación para la vida) que le permitirán establecer las acciones desde lo estratégico y lo misional, a partir de la ciencia, tecnología e innovación (investigación), formación y aprendizaje (docencia) y la interacción social universitaria, la cual están alineados con el Proyecto Educativo Institucional – PEI- y con el Plan rectoral “U Cundinamarca. Generación del siglo XXI”.

La Universidad de Cundinamarca, ofrece una educación formadora para la vida, los valores democráticos, la civilidad y la libertad, por ello, estable dentro de los pilares varias estrategias entre ellas se destacan las siguientes:

“...formará ciudadanos del mundo, integrando los valores del departamento, la región y el país; los valores globales de los derechos humanos; el respeto a la diversidad étnica, cultural y personal; la equidad de género y el desarrollo sostenible” de igual manera, “se constituirá como un campus multidimensional, abierto, incluyente, colaborativo y trascendente, que utiliza estrategias, métodos, técnicas e instrumentos, para propiciar el desarrollo integral de la personalidad, las potencialidades del ser humano, las disciplinas y la comunidad académica” (*Universidad de Cundinamarca UDEC, 2016*).

Por lo anterior, desde la Rectoría y la Dirección de Acreditación y Autoevaluación de la Universidad, y en coherencia con el marco de los propósitos institucionales y de la nueva normatividad (Decreto 1330 de 25 de julio de 2019, en donde se integra los resultados de aprendizaje, como un factor a tener en cuenta dentro de la cultura de autoevaluación) proponen como estrategia de seguimiento y control, llevar a cabo una propuesta metodológica para la medición del valor agregado educativa, que permita evidenciar el cumplimiento de las declaraciones de formación integral necesarias para el ejercicio profesional de cada uno de los programas e identificar los factores asociados al logro de los aprendizajes de los estudiantes.

La propuesta metodológica para la medición del valor agregado de la Universidad se desglosa en cuatro capítulos, en el primero se presenta los conceptos y modelos existentes para desarrollar mediciones de valor agregado en la educación superior, en el segundo se presenta la metodología de medición para la universidad y posteriormente, se presentan los resultados y

discusiones. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones para próximos trabajos y acciones de mejora.

## 1. GENERALIDADES

La Universidad de Cundinamarca, es una institución pública translocal del siglo XXI, con alrededor de 4.957 estudiantes (Fuente: Dirección de Planeación Institucional. 2018), donde opera en ocho sedes (seccionales Ubaté y Girardot, extensiones Zipaquirá, Chía, Chocontá, Facatativá y Soacha y la sede Fusagasugá) para la cual se requiere conocer el valor agregado a los procesos de aprendizaje de sus estudiantes a partir de las pruebas estandarizadas saber once y saber pro aplicadas por el ICFES.

El presente trabajo muestra una metodología para calcular y evaluar el valor agregado en UDEC mediante la aplicación de algoritmos de ML como los algoritmos de aprendizaje automático regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte, además de técnicas de agrupamiento como clústeres. La pregunta orientadora será:

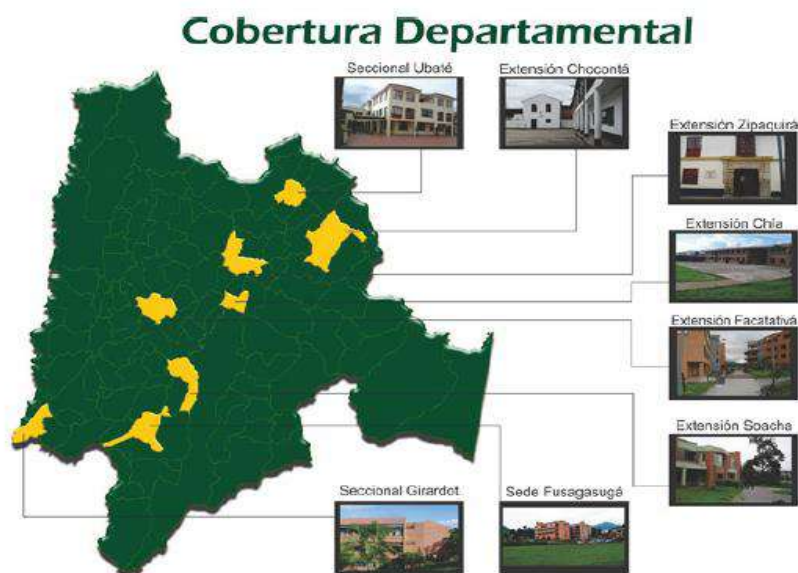


Figura 1. Cobertura departamental UDEC. Fuente: Boletín Estadístico. Dirección de Planeación Institucional 2019.

¿Cómo establecer una metodología para calcular el valor agregado por UDEC al aprendizaje de estudiantes aplicando algoritmos de ML - Machine Learning?

### 1.1. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

El presente trabajo de investigación se refiere a la aplicación de algoritmos de ML para el modelado, evaluación y análisis de los resultados de la medición del valor agregado por UDEC al proceso de aprendizaje de sus estudiantes, a partir de pruebas estandarizadas de entrada (saber 11) y de salida (saber pro). El valor agregado se puede definir como la diferencia entre el resultado de aprendizaje obtenido y lo que se espera podría obtener el estudiante en función de sus características personales (familiares, contexto), de acuerdo con los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas, que se puede interpretar como el valor que agregó la Institución de



Educación Superior (IES) al proceso de aprendizaje. La característica principal de este tipo de medición del valor agregado es que, es un referente para demostrar la eficacia de las instituciones educativas sobre la base de cuánto aprendieron sus estudiantes, con el propósito de brindar herramientas importantes para la toma de decisiones a nivel académico y de mejora continua.

## MOTIVACIÓN

El desarrollo de este proyecto se realizó por el interés de conocer cuál es la eficiencia de utilizar algoritmos de ML para la evaluación de datos y análisis de resultados en el sector real, en este caso del valor agregado de la **Universidad de Cundinamarca**. Esto permitió desarrollar una metodología para abordar este tema, que incluía el procesamiento de datos, aplicación de diferentes técnicas y la evaluación de los resultados, aplicando técnicas de aprendizaje automático como regresión logística, redes neuronales, máquinas de vector soporte y clúster de clasificación. En el ámbito profesional, el interés versó en conocer y aplicar las técnicas de ML en un problema del sector real, donde se evidencia en conjunto el procesamiento de la data hasta un análisis descriptivo de los resultados, explicando cada una de las fases realizadas.

## 1.2. ESTUDIO DE LITERATURA

La literatura revisada se clasificó en tres áreas de conocimiento: valor agregado, algoritmos de aprendizaje automático y clustering. Los artículos y demás documentación fueron recuperados de, google académico<sup>1</sup>, scopus<sup>2</sup> y scimago<sup>3</sup>. El análisis de la literatura se realizó mediante un proceso de selección de la información por cada tema, de tal forma que se evidenciaron los diferentes modelos aplicables al cálculo del valor agregado, los algoritmos de aprendizaje automático aplicados a modelos de regresión y finalmente las técnicas de clasificación. De cada tema se seleccionó la información considerada más pertinente al tipo de investigación mediante la evaluación de cada trabajo analizado.

### 1.2.1. Antecedentes sobre valor agregado

Evaluar los sistemas de aprendizaje de los estudiantes es importante para determinar cómo ha sido el avance en términos de calidad y equidad educacional, lo que permite evidenciar cuáles son las debilidades en los procesos académicos (Rodríguez, 2015). Desde 1960, organismos como Asociación Internacional para la Evaluación de la Educación (IEA por sus siglas en inglés) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés) han

---

<sup>1</sup> Sitio WEB oficial: <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>

<sup>2</sup> Sitio WEB oficial: <https://www.scopus.com/>

<sup>3</sup> Sitio WEB oficial: <https://www.scimagojr.com/>

elaborado modelos donde se diseñan y aplican diferentes pruebas para la medición de la calidad de la enseñanza, como se indica en la siguiente Gráfico.

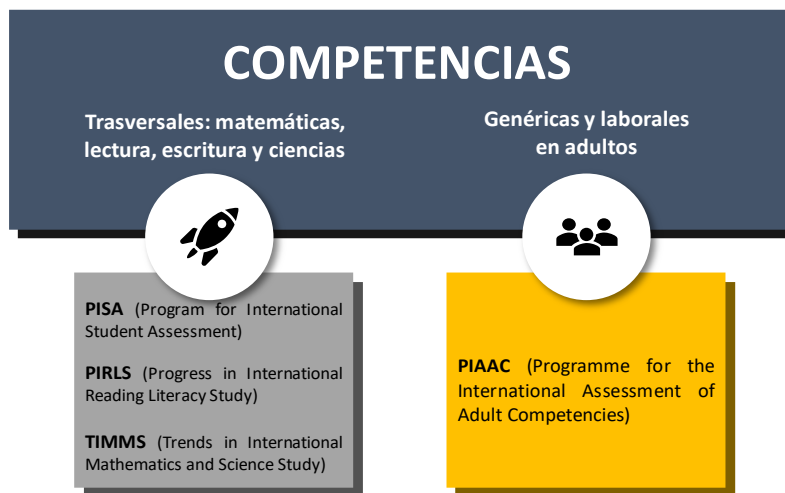


Figura 2. Pruebas internacionales para medir la calidad de la enseñanza  
Elaboración propia con información recuperada de (Rodriguez, 2015)

A fines de los noventa se desarrollan modelos para medir el progreso del aprendizaje de los estudiantes, como se indica en la siguiente figura.

## Modelos para medir los niveles de progreso o aprendizaje de los estudiantes

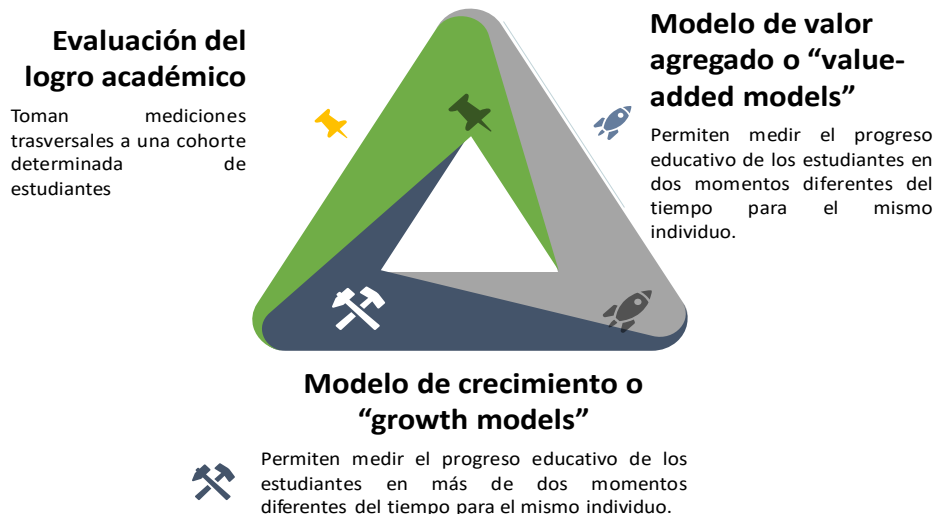


Figura 3. Modelos para medir los niveles de progreso o aprendizaje de los estudiantes  
Elaboración propia con información recuperada de:

## 1.2.2. Definiciones de valor agregado

Existen múltiples definiciones para el concepto de VA en los procesos de aprendizaje que desarrollan las instituciones educativas (primaria, secundaria y terciaria) y que actualmente se están midiendo a nivel terciario en las instituciones de educación superior (IES) en Colombia, como parte de la política de calidad del Ministerio de Educación Nacional; en la siguiente tabla se muestran algunas de estas definiciones.

Tabla 1. Definiciones de Valor Agregado

Definiciones de valor agregado	
Ítem	Definición
1	Los modelos de VA son un conjunto de procedimientos estadísticos que se utilizan para hacer inferencias sobre la eficacia de las escuelas y de los profesores que ponen el acento en las ganancias de los estudiantes en el tiempo. Tienen en común el seguimiento de la trayectoria de los estudiantes analizando las medidas de los resultados de dos o más años. Estos datos de la evolución de los estudiantes se transforman en indicadores de la eficacia de la escuela o del profesor. (Martínez, Gaviria, & Castro, 2009, pág. 17)
2	Los modelos de valor agregado son análisis estadísticos que ofrecen medidas de desempeño escolar (p. ej., una puntuación escolar de valor agregado) para supervisar, evaluar y desarrollar los procesos escolares y de otros elementos del sistema educativo. (OCDE, 2011, pág. 10)
3	Los modelos de valor agregado son modelos estadísticos, a menudo complejos, que intentan atribuir una cierta fracción del crecimiento del rendimiento de los estudiantes a lo largo del tiempo a ciertas escuelas, maestros o programas. Estos modelos abordan preguntas tales como "¿Cómo se comparó la contribución de la escuela X (o del maestro X) a la mejora del estudiante con la de la escuela promedio (o del maestro)?" O, de manera equivalente, "¿Cuánto del cambio en el rendimiento del estudiante puede atribuirse? a los estudiantes que asisten a una escuela (o la clase de un maestro) en lugar de otra?". (Braun, Chudowsky, & Koenig, 2010, pág. 4)

Definiciones de valor agregado	
Ítem	Definición
4	En la literatura educativa, el término se usa para describir análisis utilizando datos longitudinales de puntaje de prueba a nivel de estudiante para estudiar la relación educativa de entrada-salida, incluyendo especialmente los efectos de maestros individuales (y escuelas) en el rendimiento estudiantil. La lógica básica es simple: si el rendimiento de cada estudiante se mide cada año, al tratar de determinar el desempeño de cada maestro, podemos tener en cuenta dónde comenzaron los estudiantes al comienzo de cada año y, por lo tanto, indirectamente tener en cuenta los factores familiares y comunitarios que también contribuyen al logro. (Harris, 2009, pág. 321)
5	Los modelos de valor agregado son una clase de técnicas de crecimiento longitudinal que intentan identificar las contribuciones únicas de las escuelas o los maestros al aprendizaje de los estudiantes después de controlar las diferencias preexistentes entre los estudiantes. (Ballou, Sanders, & Wright, 2004, pág. 4)
6	Los modelos de valor agregado de rendimiento estudiantil han recibido una gran atención a la luz del actual movimiento de responsabilidad basado en pruebas. Estos modelos utilizan técnicas de modelado de crecimiento longitudinal para identificar escuelas o maestros efectivos basados en los resultados de cambios en los puntajes de las pruebas de rendimiento de los estudiantes. (Doran & Lockwood, 2005, pág. 207)
7	Medidas de "valor agregado", evalúan las escuelas en el grado en que sus estudiantes mejoran en el rendimiento de sus exámenes de un año al siguiente. Las medidas de crecimiento pueden ser técnicamente complicadas. La más simple de estas medidas promedia los cambios de año a año en los puntajes de las pruebas en todos los estudiantes en una escuela, mientras que las medidas más complicadas miden los cambios en la puntuación de la prueba de ajuste de regresión para diversas características de los estudiantes o tienen en cuenta la variación en el cambio observado en la puntuación de la prueba. (Figlio & Loeb, 2011, pág. 391)
8	El término valor agregado es tomado de la literatura sobre la económica de la producción. En ese campo, el valor agregado se refiere a la cantidad de valor que se incrementa a una

Definiciones de valor agregado	
Ítem	Definición
	mercancía en cada etapa del proceso productivo. En el caso de la educación se supone que el capital humano acumulado se puede identificar en cada instante del tiempo. Por lo tanto, será posible medir el cambio en ese capital humano asociado a los factores de producción usados en el periodo evaluado. (Koedel, Mihaly, & Rockoff, 2015, pág. 4)
9	Los modelos de VA son modelos estadísticos que buscan cuantificar cuánto aportan las instituciones educativas a sus estudiantes en términos de aprendizaje, independiente de las condiciones de entrada de los alumnos. Esto teniendo en cuenta factores institucionales e individuales. (ICFES, 2019)
10	La medición del valor agregado proporciona indicadores adicionales del desempeño institucional más allá de los niveles de logro de los estudiantes en un punto en el tiempo, que se usa comúnmente en muchos países. Los aspectos positivos de la medición de valor agregado se pueden clasificar en los siguientes dos beneficios. (Kim & Lalancette, 2013, pág. 5)

*Fuente:* Elaboración propia. 2019. Información recuperada como se indica en cada definición

A continuación, se presentan los análisis de diferentes modelos aplicados para calcular el valor agregado:

**Tabla 2 Modelos aplicados en Valor Agregado**

Modelo	Descripción
Diferencia en el desempeño	Afirma que el valor agregado es la diferencia en el desempeño en una prueba estandarizado entre estudiantes de último y primer año, luego de controlar por puntajes en el momento de admisión. (Liu, 2010, pág. 3)
Fuentes múltiples	Sugiere tener en cuenta la existencia de diferentes fuentes de medición de la calidad y los clasifica según: datos actuariales (tasas de graduación, ratios profesor alumno, promedio en test de ingreso), rating de calidad institucional, entrevistas a estudiantes (encuestas estructuradas sobre su experiencia nivel de satisfacción con la institución, empleabilidad, autoevaluación) y evaluación directa (cuestionarios aplicados a múltiples

Modelo	Descripción
	instituciones). Estas fuentes informacionales pueden ser subjetivas y criticables por las ponderaciones utilizadas los indicadores o por asumir que las respuestas de los estudiantes sobre sus avances a lo largo de la educación son realizadas con precisión. (Klein, Kuh, Chun, Hamilton, & Shavelson, 2005, pág. 253)
Multivariable	Utilizan tres variables de resultado (tasas de graduación, tasas de persistencia e ingresos laborales). Al no poder controlar de manera adecuada por logros previos, los estimados deben ser leídos como diferencias promedio frente a una Institución particular (Texas A&M). Encuentran diferencias en las variables seleccionadas que decrecen a medida que se agregan controles hasta hacerlas insignificantes. (Cunha, 2014, pág. 72)
Diferentes metodologías	Utilizan una metodología diferente para obtener una medición del desempeño de los estudiantes en escuelas de negocios en torno al salario inicial acompañado de otros indicadores que representan habilidades. Esta metodología conocida como DEA (Data Envelopment analysis) es un método no paramétrico que proporciona mediciones de desempeño relativo (generalmente usado en organización industrial). (Kong & Fu, 2012, pág. 521)
Tasa de graduación e ingresos esperados	Menciona las tasas de graduación y los ingresos esperados de la carrera como los resultados deseables de evaluar como medidas indirectas de éxito profesional (career success). (Yunker James A., 2005, pág. 360)
Diferentes maneras de medir valor agregado	Analiza varias maneras de medir el valor agregado. Adicional a la comparación de valores estimados y observados en Test estandarizados, involucra la comparación de empeño estudiantil (student's engagement) en actividades de aprendizaje entre estudiantes de primer y último año y, utiliza también información sobre las destrezas de los graduados por parte de los empleadores. (Coates, 2009, pág. 3)
Modelos de diferencias residuales (OLS), niveles jerárquicos lineales o	Para la medición del valor agregado hay tres grupos de modelos: modelos de diferencias residuales (OLS), con unidad de análisis las instituciones, comparando una prueba promedio de estudiantes en cohortes extremos que han presentado una prueba común antes de ingresar a la IES, donde la diferencia entre los residuales es el Valor Agregado; el segundo modelo corresponde a niveles jerárquicos lineales o multiniveles (nivel 1 estudiantes,

Modelo	Descripción
multiniveles, misma cohorte en dos momentos diferentes en un análisis longitudinal	nivel 2 institución) que estiman las diferencias de los residuales. El Valor Agregado, corresponde a la diferencia de los residuales estimados para el nivel 2; el tercer modelo estudia la misma cohorte en dos momentos diferentes, análisis longitudinal, comparando el resultado de la evaluación de salida, con el resultado esperado, con estructura multinivel, el VA se estima con el residual del nivel 2. (Orjuela, 2015, pág. 13)
Modelo lineal jerárquico	Para confirmar los efectos heterogéneos en el desempeño de los estudiantes, se estimó un modelo lineal jerárquico, considerando las variables que actúan como independientes o también denominadas covariables en la literatura de los HLM. (Rodríguez, 2015, pág. 27)
Regresión logística jerárquica	Se utilizó la regresión logística jerárquica de dos niveles con intercepciones aleatorias para modelar la inscripción y la retención universitaria (resultados binarios). (Bassiri, 2016, pág. 19)
Escala de intervalos iguales	Muchos modelos de valor agregado son modelos de regresión elaborados y, como tal, los datos deben cumplir ciertos supuestos técnicos. Una de las principales suposiciones es que los puntajes de las pruebas en los análisis se representan en una escala de intervalos iguales (Braun, Chudowsky, & Koenig, 2010, pág. 33)

*Fuente:* Elaboración propia. 2019. Información recuperada como se indica en cada definición.

### 1.2.3. Modelos de valor agregado

Una evaluación completa del desempeño institucional requiere un conjunto de indicadores que representen las diversas dimensiones del desempeño institucional, conjunto necesariamente limitado por la disponibilidad de datos (Cunha, 2014). El término modelo de valor agregado hace referencia a un tipo de modelo estadístico para estimar contribuciones relativas de las instituciones de educación al progreso del aprendizaje de los estudiantes con respecto a los objetivos educativos declarados, medido en dos momentos (OECD, 2011).

En 1994 se presenta la metodología denominada sistema de evaluación de valor agregado de Tennessee (TVAAS por sus siglas en inglés), la cual determina la efectividad de los sistemas escolares, las escuelas y los maestros en función del crecimiento académico de los estudiantes a lo largo del tiempo (Sanders, 1994). Para el año 2000, se realiza un estudio basado en redes neuronales artificiales (ANN por sus siglas en inglés), donde se realiza una comparación de

técnicas de eficiencia en una función de producción no lineal como alternativa a los enfoques tradicionales (modelos econométricos y métodos no paramétricos), para adaptarse a las funciones de producción y medir la eficiencia en contextos no lineales (Santín D. y., 2000), lo cual se convierte en un referente de aplicaciones de redes neuronales en modelos que se pueden asimilar a los de valor agregado (regresión logística).

En 2001 se realiza un estudio a partir de modelos no lineales flexibles (redes neuronales y algoritmos genéticos), para revelar patrones de relación inesperados en los datos típicos de productividad escolar (Baker, 2001). En 2003 se propone un modelo para evaluar la función de producción educativa y la medición de la eficiencia escolar a partir del análisis no lineal de la realidad educativa, proponiendo su uso para la medición de la eficiencia técnica en cualquier sector productivo (Santín D., 2003). En el mismo año se publica una investigación sobre el enfoque evaluativo donde se estudian variables dependientes de rendimiento cognitivo, utilizando VA, donde la evaluación es la diferencia entre un puntaje predicho y el puntaje obtenido por él (Mella, 2003). En 2014 se realiza un estudio para estimar medidas de valor agregado individuales de una muestra de docentes de 4o grado de las escuelas municipales de São Paulo (Moriconi, 2014).

En 2017 se presentó una investigación en Brasil donde el estudio propone la comparación de diferentes modelos estadísticos con grados variados de complejidad para determinar la eficacia de escuelas de Enseñanza Fundamental a partir de modelos de Estatus y VA (Tufi M., 2017). En el año 2016 se presenta un proyecto de tesis de maestría que busca establecer cuáles universidades son las más efectivas respecto a los avances cognitivos logrados por sus estudiantes en las pruebas estandarizadas Saber 11 y Saber Pro del ICFES en Colombia (Muñoz, 2016).

Tabla 3 Modelo de regresión lineal por MCO

<b>Modelos de regresión lineal por MCO (Mínimos cuadrados ordinarios).</b>	En estos modelos se especifica la <b>puntuación actual</b> del estudiante en función de la <b>puntuación anterior y otras variables</b> , relacionando la puntuación del estudiante con los efectos de su correspondiente institución.
$y_{ij(2)} = \beta_0 + \beta_1 y_{ij(1)} + \beta_2 X_{ij} + \beta_3 X_j + \varepsilon_{ij}$ Donde $i$ es el identificador del estudiante y $j$ es el identificador de la institución, teniendo en cuenta las siguientes asignaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>y_{ij(2)}</math>: puntaje de la prueba actual del estudiante</li> <li>• <math>y_{ij(1)}</math>: puntaje de la prueba anterior del estudiante</li> <li>• <math>X_{ij}</math>: características del estudiante, como por ejemplo variables contextuales.</li> <li>• <math>X_j</math>: características de la institución</li> <li>• <math>\varepsilon_{ij}</math>: término de error, que se debe distribuir normalmente e independiente de las variables.</li> </ul>	



<b>Valor Agregado</b>	Para una institución $j$ el valor agregado estimado se define como el residual promedio del puntaje alcanzado por el estudiante, así: $VA_j = \text{promedio} [ y_{ij(2)} - \overline{y_{ij(2)}} ]$
-----------------------	--

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Tabla 4 Modelo de efectos fijos

<b>Modelo de efectos fijos</b>	Son modelos de regresión multinivel, es decir tienen estructuras anidadas en distintos niveles; por ejemplo, para el sistema educativo se plantean dos niveles: los estudiantes (nivel 1) que son agrupados a nivel de institución educativa (nivel 2) (Clark et al., 2010; Gujaratí & Porter, 2009; Raudenbush & Bryk, 2002). En este tipo de modelos, se debe decidir sobre la forma en la que se tratan los efectos de escuela. Es decir, debe decidirse si los efectos son fijos o aleatorios.
Considerando que cada institución tiene sus efectos fijos en el rendimiento estudiantil tenemos que:	
$y_{ij(2)} = \beta_0 + \beta_1 y_{ij(1)} + \beta_2 X_{ij} + \beta_3 X_j + u_j + \varepsilon_{ij}$	
Donde $u_j$ es un residuo fijo o aleatorio, pero este se asume para cada institución así:	
$y_{ij(2)} = \beta_{01} + \beta_{02} D_2 + \dots + \beta_{0j} D_j + \beta_1 y_{ij(1)} + \beta_2 X_{ij} + \beta_3 X_j + \varepsilon_{ij}$	
En esta ecuación los parámetros son iguales a la anterior, más los siguientes:	
<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\beta_{01}</math> es la diferencia entre el efecto de la institución <math>j</math> y la institución de referencia y <math>D_2</math> tiene valor 1 para la institución <math>j</math> y 0 para las demás instituciones <math>j= 2, \dots, j</math>.</li> </ul>	
<b>Valor Agregado</b>	Por tanto, el valor agregado para la institución $j$ es definido matemáticamente por la expresión $\beta_{01} + \beta_{0j}$ que es el valor equivalente a $u_j$ .

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Tabla 5 Modelo de efectos aleatorios

<b>Modelo de efectos aleatorios.</b>	Surgen de modelos de regresión multinivel como en la ecuación (4), con la diferencia que ahora se asume que el efecto de cada institución sobre el logro académico es elegido aleatoriamente de la población.
A continuación se presentan los dos niveles del modelo:	
<b>Primer Nivel:</b>	
$y_{ij(2)} = \beta_0 + \beta_{1j}(y_{ij(1)} - \bar{y}_{j(1)}) + \beta_{2j}(X_{ij} - \bar{X}_j) + \varepsilon_{ij}$	
<b>Segundo Nivel:</b>	
$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{0s} W_{sj} + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ $\beta_{2j} = \gamma_{20}$	

$y_{ij(2)}$  es el puntaje actual de la prueba del estudiante  $i$  dentro de la institución  $j$  ( $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, J$ )

$y_{ij(1)}$  es el puntaje de la prueba anterior del estudiante  $i$  dentro de la escuela  $j$ .

$\bar{y}_{j(1)}$  es la puntuación media de la prueba anterior para la escuela  $j$ .

$X_{ij}$  son las variables que representan las características del estudiante.

$\bar{X}_j$  es la media de las características estudiantiles para la escuela  $j$ .

$\beta_{0j}$  es la intersección de la escuela  $j$ .

$\beta_{1j}$  y  $\beta_{2j}$  son las pendientes de regresión de nivel 1 para la calificación y característica de la prueba anterior del estudiante.

$W_{sj}$  son las características de la institución educativa, donde  $s$  denota el número de las características que se miden de la escuela  $j$ .

$\gamma_{00}$  es la intersección de nivel 2.

$\gamma_{0s}$  es la pendiente de regresión de nivel 2 para las características de la escuela.

$\varepsilon_{ij}$  es el residual que debe estar normalmente distribuido y debe ser independiente de las variables de nivel 1.

$u_{0j}$  es el residual que debe estar normalmente distribuido y debe ser independiente de las variables del nivel 2.

#### Valor Agregado

Por tanto, el valor agregado para la institución  $j$  es definido por  $u_{0j}$ .

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Tabla 6 Modelo de redes neuronales artificiales

<p><b>Redes Neuronales Artificiales RNA.</b></p>	<p>Las RNA son un conjunto de procesadores sencillos, llamados neuronas, organizados en capas y altamente interconectados, que son capaces de generalizar a partir de ejemplos reales. El objetivo de la red es aprender a asociar un vector input, <math>X</math>, a un vector output <math>Y</math>, a partir de la interacción entre las neuronas, <math>W</math>, dada una función de activación.</p>
<p><b>Primera etapa:</b> el primer nivel corresponde a la función de rendimiento académico del estudiante:</p> $A_{is} = F(B_{is}, IE_{is}) + \eta_{is} + \varepsilon_{is}$ <p><b>Donde:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>i:</b> es el identificador del <math>i</math> – ésimo estudiante.</li> <li><b>s:</b> es el identificador de la Institución Educativa.</li> <li><b>A<sub>is</sub>:</b> es el rendimiento alcanzado por el estudiante.</li> <li><b>B<sub>is</sub>:</b> es el conjunto de Inputs personales y familiares que influyen en el rendimiento académico.</li> </ul>	

$I_{Eis}$ : representa la inteligencia emocional del estudiante.

$\eta_{js}$ : representa el efecto de las variables institucionales sobre el rendimiento del estudiante.

$\varepsilon_{js}$ : es el ruido de los datos y de acuerdo con lo que será descrito en la etapa 3, y corresponde a una mezcla de eficiencia.

**Segunda etapa:** se define la ecuación para los outputs.

$$O_{js} = g_j (A_{is}, \hat{A}_{is}) = \eta_{js} + \varepsilon_{js}$$

$j$ : es la cantidad de outputs para cada institución  $s$ .

$g_j$ : es la relación entre  $A_{is}$  el rendimiento alcanzado por el estudiante y  $\hat{A}_{is}$  el rendimiento estimado por la ecuación (1) en la etapa 1.

Algunos ejemplos basados en el trabajo empírico para los outputs del valor agregado son:

- Porcentaje de estudiantes que obtienen rendimientos más altos de lo esperado.
- Porcentaje de estudiantes que se espera encontrar en un cuartil específico, pero obtienen resultados en cuartiles superiores o inferiores.

**Tercera etapa:** Se define la ecuación para nivel escolar:

$$n_{js} = \beta_j 0 + \beta_j 1 Externas_{js} + \beta_j 2 Internas_{js} + u_{js} - v_{js} \quad (3)$$

La ecuación presentada en esta etapa surge del modelo de valor agregado propuesto por Meyer (1997). Donde para este caso:  $n_{js}$ : es el efecto de la institución  $s$  sobre el output en valor añadido.

- Externas*: son las características de las que no es responsable la institución educativa como el contexto cultural y socioeconómico de los estudiantes.
- Internas*: son los inputs y/o políticas de la institución.  $u_{js}$ : son las perturbaciones aleatorias con distribución  $u \sim N(0, \delta^2)$   $v_{js}$ : es la ineficiencia técnica de la institución  $s$  para el output  $j$ , con distribución  $v \sim N(0, \delta v^2)$ .

<b>Valor Agregado</b>	Para una institución el valor agregado es <b><math>O_j</math></b>
-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia. 2019.

#### 1.2.4. Algoritmos de aprendizaje automático

El aprendizaje automático (machine learning - ML), surge en los 80's con la aplicación de las redes neuronales y los árboles de decisión para resolver problemas de predicción complejos donde los modelos estadísticos tradicionales no eran funcionales como reconocimiento de voz e imágenes, predicción de series temporales no lineales, predicción de los mercados financieros, reconocimiento de texto escrito, entre otros. (UNIR, 2019, pág. 5). El aprendizaje automático hace referencia a los algoritmos que son ejecutados por los equipos de cómputo para aprender

(generalizar comportamientos) automáticamente a partir de los datos proporcionados en forma de ejemplos. Es por tanto un proceso de inducción del conocimiento (UNIR , 2019, pág. 4)

El aprendizaje automático puede dividirse en algoritmos de aprendizaje supervisado, de aprendizaje no supervisado y de aprendizaje por refuerzo. El aprendizaje supervisado utiliza ejemplos conocidos para obtener las inferencias, el aprendizaje no supervisado no dispone de ejemplos con un objetivo o etiqueta conocido mientras que el aprendizaje por refuerzo define modelos de acción-recompensa (UNIR , 2019, pág. 4). En la siguiente Gráfico se muestra la clasificación de los algoritmos de aprendizaje automático.

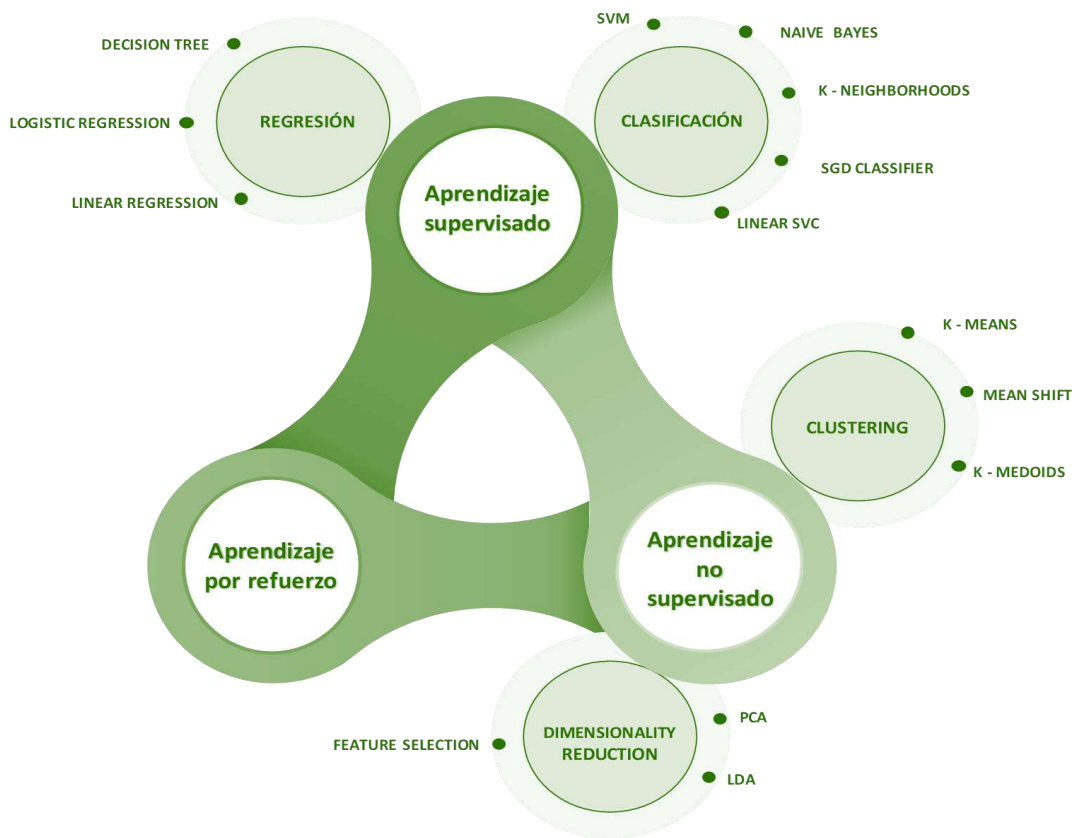


Figura 4 Algoritmos de aprendizaje automático. Fuente: Elaboración propia. 2019

### 1.2.4.1. Aprendizaje Supervisado

El aprendizaje supervisado es un tipo de aprendizaje automático donde se realizan inferencias por medio de una función que establece una correspondencia entre las entradas y la salida del sistema. (UNIR , 2019, pág. 4). Tiene como objetivo generar un modelo predictivo para las respuestas con nuevas variables de entrada (datos no observados), utilizando para ello datos observados (etiquetados y clasificados previamente), los cuales se dividen en dos grupos, entrenamiento (training-set) y prueba (test-set), lo que se conoce como hold-out. En este procedimiento el training-set toma normalmente un 80% de los datos para crear un modelo y

utiliza el test-set con el 20% de los datos restantes para validar el modelo; las instancias se obtienen de manera aleatoria. (UNIR , 2019, pág. 8). La repetición de la técnica de hold-out, denominada k-fold, es la base para la técnica de validación cruzada, estándar de la industria para estimar el rendimiento de los modelos. En esta técnica k indica el número de veces que se ha realizado una partición de los datos de entrada (training-set y test-set) y lo habitual es utilizar k=5 o k=10. (UNIR , 2019, pág. 10).

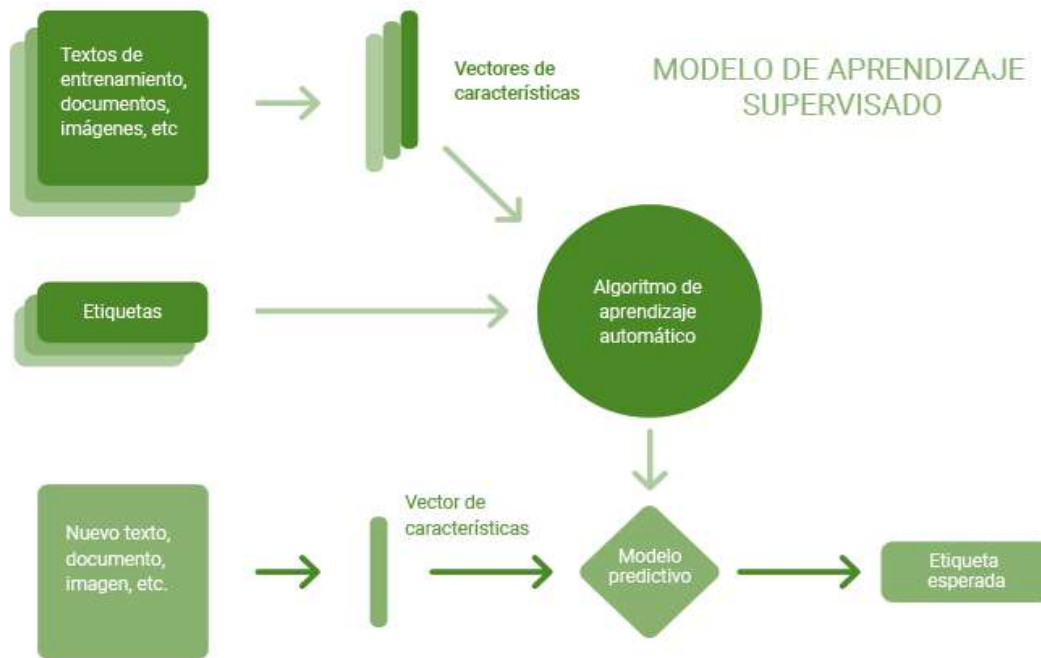


Figura 5 Modelo de aprendizaje supervisado. Recuperado de <https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2>

El aprendizaje supervisado es utilizado para resolver problemas de regresión y problemas de clasificación. En los problemas de regresión la variable respuesta  $y$  del sistema que se desea inferir o generalizar es una variable cuantitativa (numérica continua). (UNIR , 2019, pág. 6). En los problemas de clasificación, se utilizan ejemplos conocidos para clasificar la etiqueta de los vectores de entrada  $x$  eligiendo una de entre varias categorías o clases; en este tipo de problemas la variable respuesta  $y$  es una variable con dos o más categorías (UNIR , 2019, pág. 7).

#### 1.2.4.2. Aprendizaje no Supervisado

El aprendizaje no supervisado es un tipo de aprendizaje automático que busca probar y determinar la estructura existente en los datos, pero sin utilizar una etiqueta o clasificación previa. Estos algoritmos funcionan de forma similar a los supervisados, con la diferencia de que el modelo predictivo toma en cuenta datos de entrada, sin importar los datos de salida. (UNIR, 2019, pág. 4). El aprendizaje no supervisado es utilizado para resolver problemas de agrupamiento (buscan patrones en los datos) y de detección de anomalías.

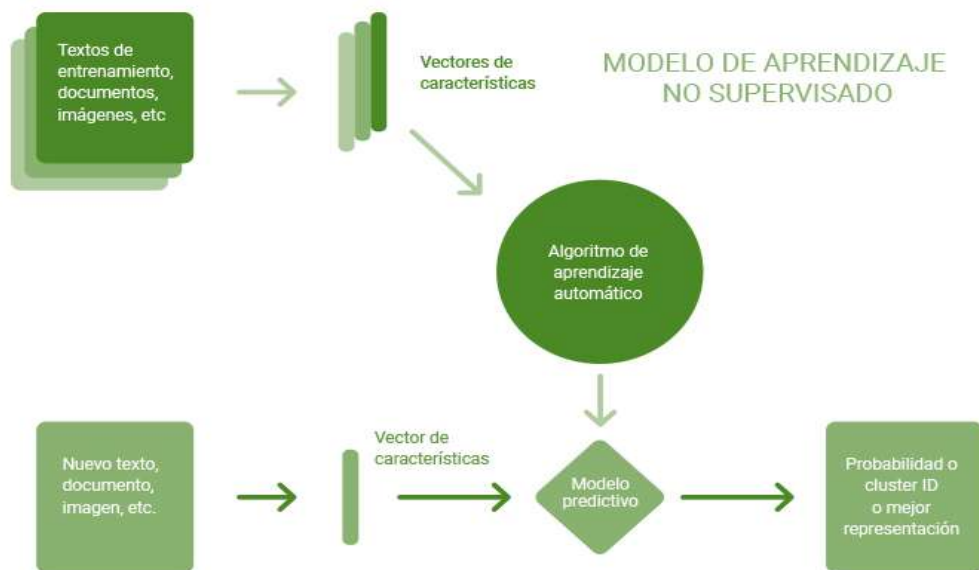


Figura 6 Modelo de aprendizaje supervisado. Recuperado de <https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2>

### 1.2.4.3. Aprendizaje por Refuerzo

El aprendizaje por refuerzo consiste en definir modelos y funciones enfocadas en maximizar una señal de refuerzo o recompensa a partir de acciones, Es una técnica basada en ensayo y error. Se aplica cuando no hay información detallada sobre la salida que se espera. En este tipo de aprendizaje no se indica cuales acciones son correctas, se espera que el sistema explore el entorno y observe el resultado de las acciones a partir de un índice que le permita obtener información del aprendizaje. Los elementos que forman el sistema son: agente, entorno, función valor, política y modelo de entorno. (López, López, & Díaz, 2005, pág. 79)

## MODELO DE APRENDIZAJE POR REFUERZO



Figura 7 Modelo de aprendizaje por refuerzo. Recuperado de <https://medium.com/soldai/tipos-de-aprendizaje-autom%C3%A1tico-6413e3c615e2>

### 1.2.5. Algoritmos Aplicados

Para el desarrollo del proyecto se ha previsto trabajar el modelo de valor agregado con tres algoritmos de aprendizaje supervisado como lo son: regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte. Para el análisis de la información se tiene previsto trabajar con clúster.

#### 1.2.5.1. Regresión logística

En regresión logística se tiene una familia de funciones  $h$  desde  $\mathbb{R}^d$  al intervalo  $[0, 1]$ . La regresión logística se utiliza para las tareas de clasificación: podemos interpretar  $h(x)$  como la probabilidad de que la etiqueta de  $x$  sea 1. La clase de hipótesis asociada con la regresión logística es la composición de una función sigmoidea  $\phi_{\text{sig}}: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$  sobre la clase de funciones lineales  $L_d$ . En particular, la función sigmoidea utilizada en la regresión logística es la función logística, definida como:

$$\phi_{\text{sig}}(z) = \frac{1}{1 + \exp(-z)} \quad (1)$$

El nombre "sigmoide" significa "en forma de S", en referencia a la trama de esta función, que se muestra en la siguiente Gráfico (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014, pág. 126):

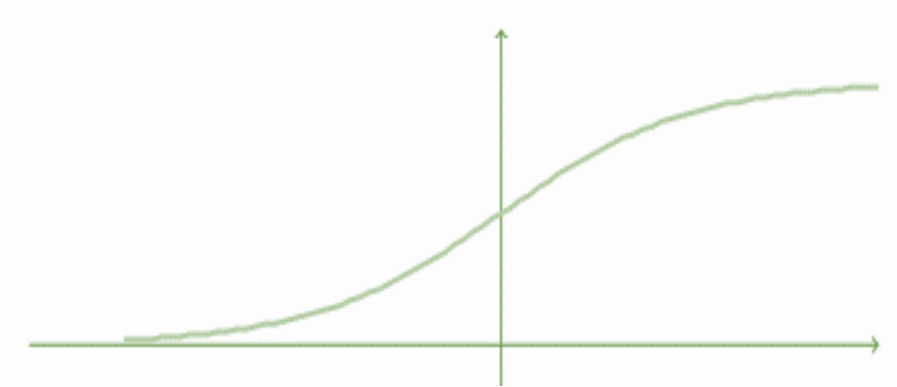


Figura 8 Gráfica señal sigmoide. Recuperado de (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014, pág. 126)

El algoritmo de regresión logística es adecuado para la clasificación binaria de eventos (1 si ocurre, 0 si no). Por lo tanto, la probabilidad de que ocurra un evento particular se predice en función de las variables predictoras dadas.

### 1.2.5.2. Redes Neuronales

Las redes neuronales (o redes neuronales artificiales RNA) son algoritmos inspirados en la estructura del sistema nervioso. Por definición una red neuronal es un conjunto interconectado de elementos, unidades o nodos de procesamiento simples, cuya funcionalidad se basa en una neurona biológica. La capacidad de procesamiento de la red se almacena en los pesos de conexión entre unidades, obtenidos mediante un proceso de aprendizaje de un conjunto de patrones de entrenamiento (Gurney, 1997, pág. 13).

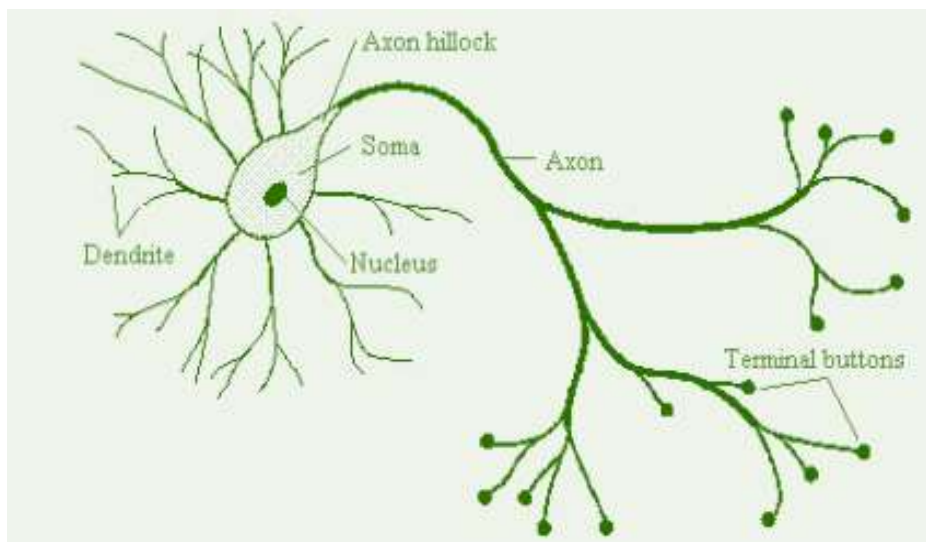


Figura 9 Esquema de una neurona biológica. Recuperado de (Jayaraman, 2017, pág. 6)



Tabla 7 Comparativa de una neurona biológica y una neuro artificial

Red neural biológica	Red neuronal artificial
Cell body	Neurona
Dendrita	Pesos o interconexión
Soma	Red de entradas
Axon	Salida

Fuente: Elaboración propia con información recuperada de (Jayaraman, 2017, pág. 6), 2019

El perceptrón es una red monocapa usada para la clasificación de patrones linealmente separables (ambos lados de un hiperplano). Los perceptrones fueron desarrollados en 1959 por el científico Frank Rosenblatt, inspirado en trabajos anteriores de Warren McCulloch y Walter Pitts y el primer modelo que fue desarrollado imitaba el funcionamiento del ojo humano, era un dispositivo que respondía a señales ópticas (fotoperceptrón). (Nielsen, 2019, pág. 3).

Esta red posee solo una capa de procesamiento la cual tiene conectividad total, ya que la neurona de la capa de salida (a), está conectada a todas las entrada binarias ( $p_1, p_2, p_3$ ), con los pesos respectivos ( $w_1, w_2, w_3$ ), con la señal bias (sesgo) y la función de activación (tipo escalón binario o bipolar); por lo general se le implementan unidades de tendencia o umbral para que la superficie de separación no se quede anclada en el origen del espacio n-dimensional en donde se esté realizando la separación lineal, (evitando problemas de clasificación de patrones). La salida de toda red neuronal es un cálculo determinista (Caicedo & López, 2017, pág. 38).

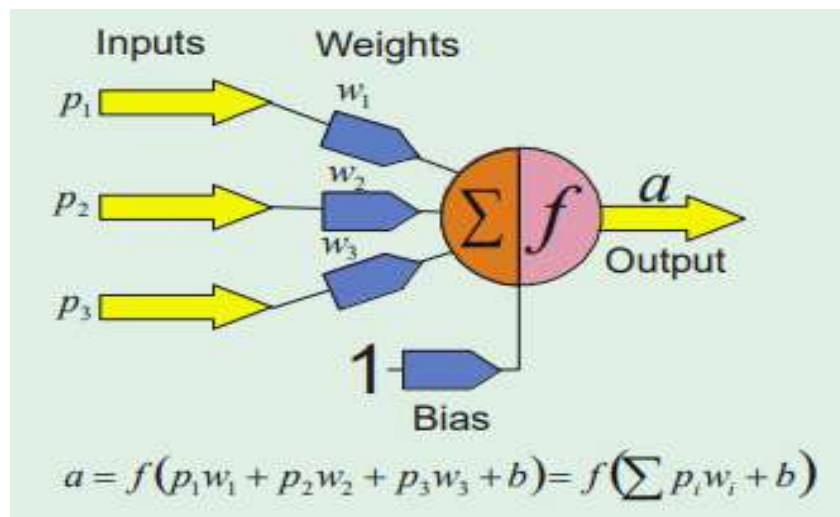


Figura 10 Esquema de una neurona artificial. Recuperado de (Jayaraman, 2017, pág. 6)

Tabla 8 Comparativa de una neurona biológica y una neuro artificial

Red neural biológica	Red neuronal artificial
----------------------	-------------------------

Cell body	Neurona
Dendrita	Pesos o interconexión
Soma	Red de entradas
Axon	Salida

Fuente: *Elaboración propia con información recuperada de (Jayaraman, 2017, pág. 6), 2019*

Las funciones de activación de las redes neuronales son las que permiten la transición o estado de cambio en una neurona; según el modelo de la naturaleza, cada neurona está, en cierta medida, activa o excitada. Las reacciones de las neuronas a los valores de entrada dependen de este estado de activación. Las neuronas se activan si la entrada de la red excede su valor de umbral. Cerca del valor umbral, la función de activación de una neurona reacciona particularmente sensible. Desde el punto de vista biológico, el valor umbral representa el umbral en el que una neurona comienza a disparar. El valor umbral también es principalmente el punto más alto de sensación incluido en la definición de la función de activación. (Kriesel, 2005, págs. 35-37).

Activation function	Equation	Example	1D Graph
Unit step (Heaviside)	$\phi(z) = \begin{cases} 0, & z < 0, \\ 0.5, & z = 0, \\ 1, & z > 0, \end{cases}$	Perceptron variant	
Sign (Signum)	$\phi(z) = \begin{cases} -1, & z < 0, \\ 0, & z = 0, \\ 1, & z > 0, \end{cases}$	Perceptron variant	
Linear	$\phi(z) = z$	Adaline, linear regression	
Piece-wise linear	$\phi(z) = \begin{cases} 1, & z \geq \frac{1}{2}, \\ z + \frac{1}{2}, & -\frac{1}{2} < z < \frac{1}{2}, \\ 0, & z \leq -\frac{1}{2}, \end{cases}$	Support vector machine	
Logistic (sigmoid)	$\phi(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$	Logistic regression, Multi-layer NN	
Hyperbolic tangent	$\phi(z) = \frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}}$	Multi-layer NN	

Figura 11 Funciones de activación de una neurona artificial.  
Recuperado de (Jayaraman, 2017, pág. 8)

La arquitectura de una red neuronal artificial es la forma como se organizan las neuronas internamente y está relacionada con el algoritmo de aprendizaje utilizado para entrenar la red. Dependiendo del número de capas, definimos las redes como monocapa y multicapa; y si tomamos como elemento de clasificación la forma como fluye la información, definimos las redes como Feedforward y Recurrentes. (Caicedo & López, 2017, pág. 25).

El aprendizaje en una red neuronal artificial, según Mendel McClare, se puede definir como: “Un proceso mediante el cual los parámetros libres de una red neuronal artificial son adaptados a través de un proceso de estimulación del ambiente en el cual está embebida la red. El tipo de aprendizaje está determinado por la forma como se cambian los parámetros en el proceso”. Una expresión general para modelar el proceso de aprendizaje en las redes neuronales artificiales es: (Caicedo & López, 2017, pág. 29)

$$w(t + 1) = w(t) + \Delta w(t) \quad (2)$$

Donde,

$w(t + 1)$  : valor actualizado del peso sináptico

$w(t)$  : valor actual del peso sináptico

$\Delta w(t)$  : variación del peso sináptico

### 1.2.5.3. Máquinas de vector Soporte

Las máquinas de vectores soporte (Support Vector Machines - SVM) tienen su origen en los trabajos sobre la teoría del aprendizaje estadístico (Vapnik y sus colaboradores). Es una técnica que generaliza la metodología de hiperplanos separadores, la cual los construye a partir de funciones no lineales. Su aplicación original fue para resolver problemas de clasificación binaria, aunque actualmente se utilizan para resolver problemas de clasificación multiclase, regresión, clustering, selección de variables, outliers, entre otros. Han sido utilizadas en los campos de visión artificial, reconocimiento de caracteres, categorización de texto e hipertexto, clasificación de proteínas, procesamiento de lenguaje natural, análisis de series temporales, entre otros. (Carmona, 2014, pág. 1).

Para un ejemplo de una clasificación binaria separable linealmente con SVM, tenemos que dado un conjunto separable de ejemplos  $S = \{(x_1, y_1) \dots (x_n, y_n)\}$  donde  $x_i \in \mathbb{R}^d$  e  $y_i \in \{+1, -1\}$ , se puede definir un hiperplano de separación como una función lineal para hacer la separación de los datos del conjunto dado (Carmona, 2014, pág. 2), así:

$$D(\mathbf{x}) = (w_1 x_1 + \dots + w_d x_d) + b = \langle \mathbf{w}, \mathbf{x} \rangle + b \quad (3)$$

Donde  $w$  y  $b$  son coeficientes reales. El hiperplano de separación cumple las siguientes restricciones para toda  $x_i$ :

$$\begin{aligned} \langle w, x_i \rangle + b &\geq 0 && \text{si } y_i = +1 \\ \langle w, x_i \rangle + b &\leq 0 && \text{si } y_i = -1, \quad i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

En la siguiente Gráfico se muestran dos ejemplos de hiperplanos para la separación de dos clases en espacios bidimensionales, que permite evidenciar que se tienen múltiples soluciones.

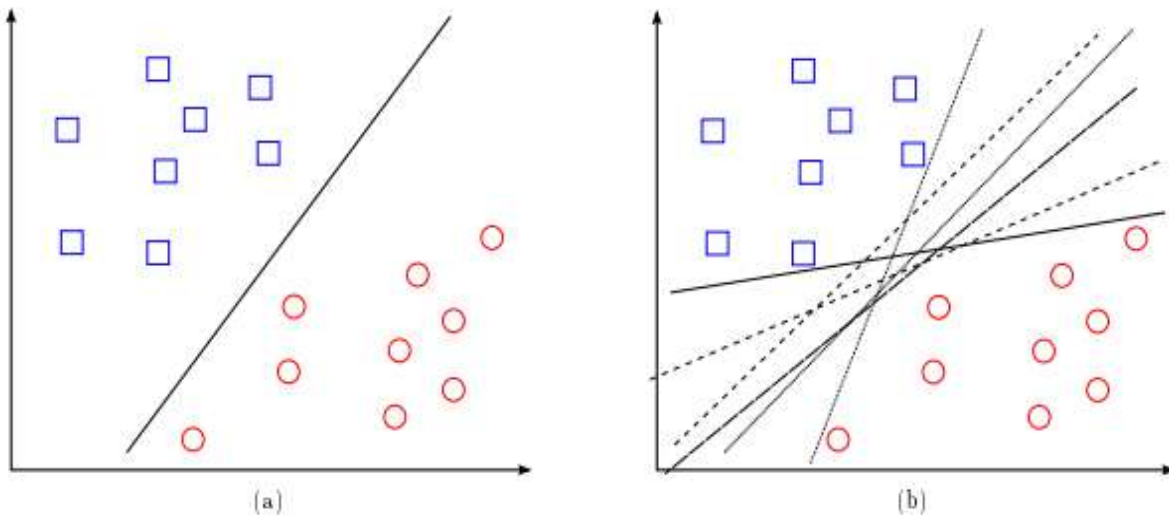


Figura 12. Hiperplanos de separación de un espacio bidireccional  
Recuperado de (Carmona, 2014, pág. 3),

En aprendizaje automático se busca obtener un modelo entrenado que nos permita generalizar la clase para datos no vistos que nos permita etiquetarlos, para el ejemplo anterior, como +1 o -1. Esta representación vectorial en un espacio  $m$ -dimensional nos permite utilizar la representación de superficie de decisión (decision Surface en inglés), que separa dos grupos. En la siguiente Gráfico se muestran dos ejemplos de hiperplanos para superficies de decisión en  $R^2$  y  $R^3$ .

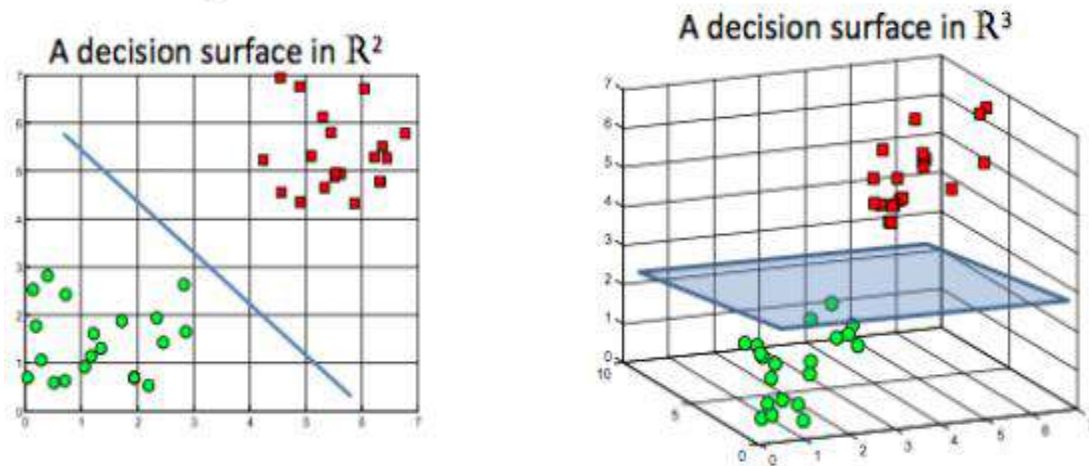


Figura 13. SVM Superficies de decisión en  $R^2$  y  $R^3$ . Recuperado de (Morales, González, & Escalante, Maquinas de Soporte Vectorial , 2017, pág. 6).

Dentro de los problemas separables no linealmente se tiene el problema OR exclusivo (XOR), donde se busca encontrar el hiperplano de separación que permita clasificar sin error su lógica. En la siguiente Gráfico su muestra la solución del problema a partir de SVM.

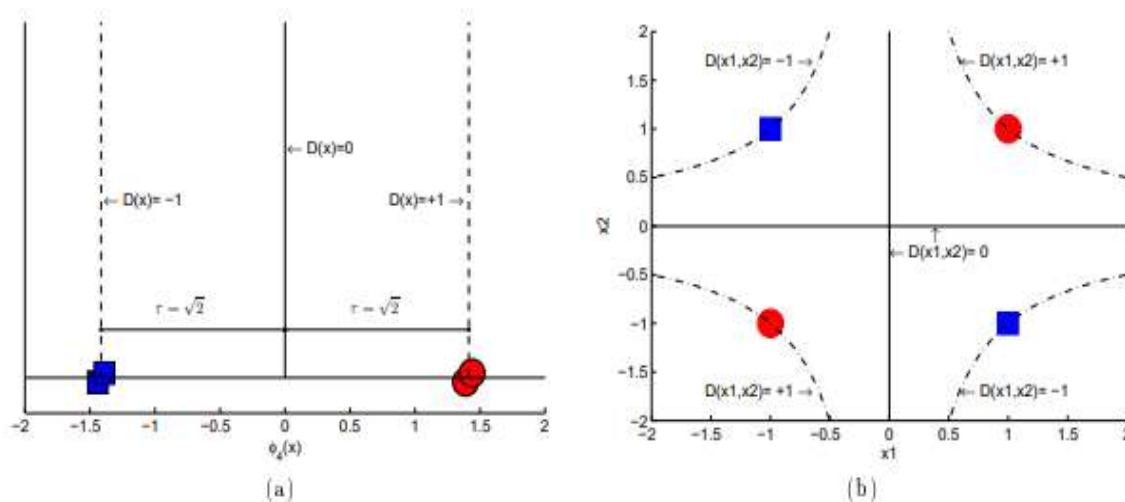


Figura 14 Hiperplanos de solución al problema XOR, (a) separación espacio características, (b) función de decisión no lineal. Recuperado de (Carmona, 2014, pág. 3),



**UDEEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA



Propuesta metodológica para la  
medición de valor agregado:  
Zona de Crecimiento.

2019

## 2. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO

### 2.1. ALCANCE

El presente trabajo radica en identificar el valor agregado por la UDEC en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes mediante el desarrollo de una metodología que permita incorporar la medida del nivel de logro frente al contexto precedente del estudiante y algunos factores que afectan el progreso en el aprendizaje (características personales, familiares e institucionales), de igual manera se incluyen las técnicas de ML y clustering para calcular, analizar los resultados y evidenciar la eficiencia del modelo propuesto.

### 2.2. OBJETIVOS

El objetivo general de la propuesta deriva de la respuesta a la pregunta problema, que es: establecer una metodología para calcular el valor agregado por UDEC al aprendizaje de estudiantes aplicando algoritmos de ML.

Para alcanzar el objetivo general de la investigación, se identificarán tres componentes de la investigación:

- Analizar la data de los resultados de las pruebas saber 11 y saber pro, en lo referente a la validación, tratamiento de missing, datos incorrectos o no pertinentes y análisis descriptivo, para ser utilizada en el modelamiento de la función para calcular el valor agregado.
- Aplicar los algoritmos ML de regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte al

### VALOR AGREGADO

La contribución de la escuela al **crecimiento** de los alumnos hacia objetivos educativos establecidos o prescritos (p. ej. el aprovechamiento cognitivo o niveles mínimos de alfabetización). Esta **contribución** está aislada de otros factores que contribuyen al progreso educativo de los alumnos.

### MODELOS DE VALOR AGREGADO

Una clase de modelos estadísticos que estiman las contribuciones de las escuelas al avance de los alumnos en objetivos educativos establecidos o prescritos (p. ej. el aprovechamiento cognitivo o niveles mínimos de alfabetización) medido en al menos dos momentos temporales.

**Fuente:** La medición del aprendizaje de los alumnos. Mejores prácticas para evaluar el valor agregado de las escuelas. OCDE (2011).

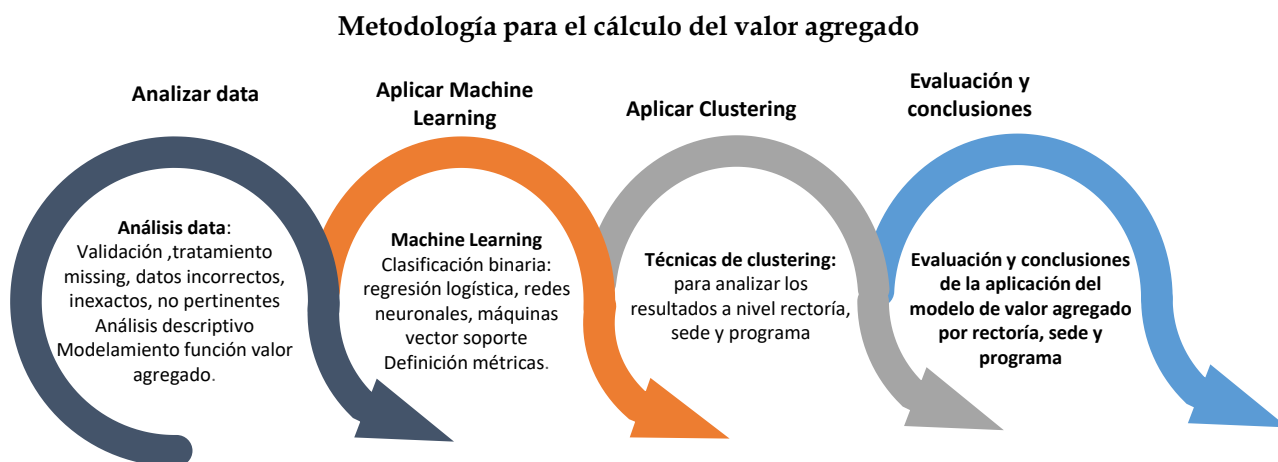
El valor agregado es una herramienta analítica que permite, tener una idea de la **contribución de la enseñanza** en cuanto a cómo cambian los resultados de aprendizaje de un estudiante en un área específica durante su carrera profesional. Por tal razón, el valor agregado es una manera pertinente para realizar valoraciones más equitativas de la labor de las instituciones sobre todo cuando las poblaciones son heterogéneas y están segregadas, o como es el caso de UDEC, en una oferta regional.

modelo de valor agregado y evaluar el desempeño utilizando las métricas de precisión, recall, F1 y análisis ROC.

- Aplicar la técnica de clustering para presentar los resultados de la investigación a partir del modelo jerárquico aplicado a nivel de rectorías, sedes y programas.

### 2.3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo de la investigación se muestra en la figura 1, la cual se compone de los cuatro pasos propuestos.



*Figura 15 Metodología para calcular el valor agregado en UDEC.  
Elaboración propia 2019.*

En el primer paso se analiza la data suministrada de las pruebas estandarizadas y la información propia de UDEC y mediante el uso de herramientas como R y Rstudio, se realiza el análisis descriptivo de los datos, especificando el número de observaciones, clasificación de variables (numéricas, categóricas) y de las variables independientes se especifican sus valores (mínimo, máximo, mediana, cuartiles); se realiza el tratamiento de missing y de variables categóricas, teniendo en cuenta restricciones para el estudio como que los estudiantes que presentaron la prueba de saber pro debieron presentar la prueba saber 11 hasta máximo 7 años antes o que no hayan realizado un proceso de homologaciones por algún tipo de transferencia. Con la data analizada se aplica la función de valor agregado la cual se presenta en el siguiente apartado.

En el segundo paso se aplican los algoritmos de ML de regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte, realizando los ajustes propios de cada técnica para evaluar el resultado del modelo de valor agregado y mediante la evaluación de las métricas propuestas a saber, precisión, recall, F1 y análisis ROC, para establecer la técnica más eficiente.



El tercer paso nos permite mediante la aplicación de clúster, establecer el comportamiento de los resultados por sedes, de tal manera que se evidencie de manera clara el aporte en cada nivel; el modelo permite caracterizar de manera más específica, los resultados por género, edad, estrato, entre otras características.

El cuarto paso consiste en evaluar las conclusiones del modelo que permiten además establecer el aporte realizado por cada sede, con lo cual se podrá evidenciar el impacto que ha tenido entre otros aspectos, la infraestructura, los recursos tecnológicos, laboratorios, de acuerdo con las condiciones que tenía la institución al momento de aplicar la prueba de salida.

Contribución del trabajo

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se trata de un piloto experimental de tipo descriptivo, correlacional y explicativo, donde se describen las tecnologías aplicadas con su respectiva justificación en cada fase del experimento, este proceso inicia con los análisis descriptivos de los datos (pruebas estandarizadas saber pro 2016-2018 y saber 11 correspondiente); luego se prosigue con la aplicación de las técnicas de regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte para determinar el modelo más eficiente para la evaluación del valor agregado por UDEC al proceso de aprendizaje de sus estudiantes de acuerdo con los resultados alcanzados por los estudiantes en las pruebas estandarizadas; el análisis de los resultados mediante la correlación de variables utilizando clúster en los diferentes sedes y programas. En cada proceso se establecen y describen las métricas de evaluación de los resultados del experimento.

### 2.4.1. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL EXPERIMENTO

En la siguiente tabla se hace una descripción de las herramientas tecnológicas utilizadas para el tratamiento de datos del experimento.

Tabla 9 Herramientas tecnológicas utilizadas en el experimento

Nombre	Especificación	Descripción	Aplicación en el experimento
R <sup>4</sup>	Versión 3.6.0 / 2019-04-26 (version)	Entorno y lenguaje de programación libre que permite hacer desde análisis de estadística pura hasta escribir libros	Realizar el análisis descriptivo de la data incluyendo tratamiento de datos, gráficos y clúster

<sup>4</sup> Fuente: <https://www.r-project.org/>

Nombre	Especificación	Descripción	Aplicación en el experimento
Rstudio <sup>5</sup>	Versión 1.2.1335 / 2018 RStudio.Version()	Entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R. Incluye consola, editor de sintaxis, herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo	
Python <sup>6</sup>	Versión 3.7.3	Lenguaje de programación interpretado	
Jupyter <sup>7</sup>	Versión jupyter==1.0.0, jupyter-client==5.3.1, jupyter-console==6.0.0, (pip freeze)	Entorno de trabajo interactivo que permite desarrollar código en Python, a la vez que integrar en un mismo documento tanto bloques de código como texto, gráficas o imágenes. Es un SaaS utilizado ampliamente en análisis numérico, estadística y machine learning, entre otros campos de la informática y las matemáticas.	Aplicaciones de redes neuronales, máquinas de vector soporte, regresión logística y clúster
Colaboration <sup>8</sup>	google-api-python-client==1.7.11 tensorflow==1.15.0 tensorflow-datasets==1.3.2 tensorflow-estimator==1.15.1	Colaboratory es un entorno gratuito de Jupyter Notebook que no requiere configuración y que se ejecuta completamente en la nube. Tensorflow es utilizado para redes neuronales.	
Excel <sup>9</sup>	office 2019	Hoja de cálculo del paquete office de Microsoft.	Base de datos de UDEC, se utilizó para filtrar las datas sets.
Access	office 2019	Paquete office de Microsoft. que permite gestionar una base de datos.	Base de datos de UDEC, se utilizó para realizar cruces de las datas sets.

Fuente: Elaboración propia con información recuperada del website indicado.

<sup>5</sup> Fuente: <https://rstudio.com/>

<sup>6</sup> Fuente: <https://www.python.org/>

<sup>7</sup> Fuente: <https://jupyter.org/>

<sup>8</sup> Fuente: <https://colab.research.google.com/>

<sup>9</sup> Fuente: <https://products.office.com/es-co/get-started-with-office-2019>

## 2.5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

Para el experimento se han recopilado los datos de las pruebas estandarizadas facilitadas por el Ministerio de Educación de Nacional, a través del ICFES<sup>10</sup> en su plataforma “Base de datos” saber pro del lapso 2016 – 2018 y los datos de las pruebas saber 11 correspondientes a las pruebas saber pro, presentadas por los estudiantes de los diferentes programas académicos de UDEC a nivel departamental.

### 2.5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO PRUEBAS SABER PRO-2016 – 2018 UDEC.

El experimento para medir el valor agregado por UDEC al proceso de aprendizaje se realiza sobre las competencias de razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica e inglés. La evaluación se realiza a los datos aportados por el ICFES tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 10 Características conjunto de datos consolidados saber 11 y saber pro UDEC

Características del conjunto de datos Saber 11 vs Saber Pro UDEC								
Año Data	Atributos (observaciones) población	Atributos (observaciones) muestra	Instancias (variables)	Tipo variables	Distribución de variables			
					char <sup>11</sup>	num <sup>12</sup>	POSIXct <sup>13</sup>	Logi <sup>14</sup>
2018	1928	1113	69	Multivariado	45	23	1	0
2017	1890	1047	69	Multivariado	45	23	1	0
2016	1622	847	69	Multivariado	45	23	1	0

Fuente: Elaboración propia con información recuperada del website ICFES.

La tabla 10, presenta el conjunto de datos finalmente cruzados entre los resultados alcanzados por los estudiantes en las pruebas saber pro y saber 11, donde se observa que para el 2016 se presentaron 1622 estudiantes de los cuales se obtuvo una muestra del 52%, en el 2017 se presentaron 1890 con una muestra del 55% y para el 2018 de 1928 estudiantes se alcanzó una muestra del 58%.

A continuación, se presentan las variables de tipo categórico y numérico en las tablas 11 y 12, necesarias para llevar a cabo la medición del valor agregado:

<sup>10</sup> ICFES <https://www.icfes.gov.co/web/guest/investigadores-y-estudiantes-posgrado/acceso-a-bases-de-datos>

<sup>11</sup> Variable tipo cadenas alfanuméricas de texto

<sup>12</sup> Variable tipo número real con doble precisión

<sup>13</sup> Variable que incluyen tiempo (horas, minutos, segundos)

<sup>14</sup> Variable tipo lógica

Tabla 11 Descripción variables tipo char saber 11 y saber pro UDEC

UDEC Consolidado Saber 11 y saber Pro-2018 - variables tipo char			
<b>TIPO_DOC:</b> Tipo de documento	ED_PAD Educación del padre	EST_VMAT Valor de la matrícula	FAM_HOG Hogar actual
<b>ESTU_CONSECUTIVO:</b> No. consecutivo	ED_MAD Educación de la madre	EST_BECA El estudiante tiene beca	FAM_CAB El estudiante es cabeza de familia
<b>ESTU_DEPTO_RESIDE:</b> Departamento donde reside	TRA_PAD Trabajo del padre	EST_CRED El estudiante solicita crédito	FAM_NPC Número de personas a cargo
<b>ESTU_MCPIO_RESIDE:</b> Municipio donde reside	TRA_MAD Trabajo de la madre	EST_PADR Los padres pagan la matrícula	FAM_NPH Número de personas en el hogar
<b>ESTU_TIPODOCUMENT OSB11:</b> Tipo de documento al presentar saber 11	TIE_INTER Tiene internet en el hogar	EST_PROP El estudiante paga matrícula	FAM_CHO Cantidad de cuartos en el hogar
<b>ESTU_COLE_TERMINO:</b> Nombre del colegio donde término	TIE_TV Tiene televisor en el hogar	EST_TRAB El estudiante trabaja	ESTU_PRGM_ACADEMIC O Programa académico
<b>FAM_NLB:</b> Familia número de libros	TIE_COMP Tiene computador	EST_REMU El estudiante recibe remuneración	GRUPOREFERENCIA Grupo de referencia
<b>EST_DL</b> Estudiante dedicación a la lectura	TIE_LAV Tiene lavadora	ETNIA El estudiante pertenece a una etnia.	ESTU_PRGM_MUNICIPIO Municipio donde se encuentra en programa académico
<b>EST_CS11</b> Estudiante capacitación examen saber 11	TIE_MICRO Tiene horno microondas	GEN Género del estudiante	ESTU_PRGM_DEPARTAM ENTO Departamento programa académico
<b>EST_TB</b> Estudiante trabaja	TIE_AUTO Tiene automóvil	ESTRA Estrato de vivienda del estudiante	ESTU_NUCLEO_PREGRA DO Grupo de referencia programa académico
<b>EST_DI</b>	TIE_MOTO Tiene moto	DES_ING Desempeño en inglés	SEDE Sede al que pertenece
<b>EST_MPRG</b> Metodología del programa			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Descripción variables tipo num saber 11 y saber pro UDEC

UDEC saber pro-2018 - variables tipo num			
PERIODO	ESTU_INST_CODMUNICIPIO	MOD_LECTURA_CRITICA_PNAL	MOD_COMUNI_ESCRITA_PUNT
ESTU_COD_RESIDE_DEPTO	MOD_COMPETEN_CIUADADA_DESEM	MOD_LECTURA_CRITICA_PGREF	MOD_COMUNI_ESCRITA_DESEM
ESTU_COD_RESIDE_MCPIO	ESTU_COD_MCPIO_PRESENTACION	MOD_COMPETEN_CIUADADA_PUNT	MOD_COMUNI_ESCRITA_PNAL
ESTU_CODDANE_COLE_TERMINO	ESTU_COD_DEPTO_PRESENTACION	MOD_COMPETEN_CIUADADA_PNAL	MOD_COMUNI_ESCRITA_PGREF
ESTU_COD_COLE_MCPIO_TERMINO	MOD_RAZONA_CUANTITAT_PUNT	MOD_COMPETEN_CIUADADA_PGREF	PUNT_GLOBAL
INST_COD_INSTITUCION	MOD_RAZONA_CUANTITATIVO_PNAL	MOD_INGLES_PUNT	PERCENTIL_GLOBAL
MOD_LECTURA_CRITICA_DESEM	MOD_RAZONA_CUANTITAT_DESEM	ESTU_INSE_INDIVIDUAL	ESTU_NSE_INDIVIDUAL
ESTU_SNIES_PRGMACADEMICO	MOD_RAZONA_CUANTITATIVO_PGREF	MOD_INGLES_PNAL	ESTU_NSE_IIES
ESTU_PRGM_CODMUNICIPIO	MOD_LECTURA_CRITICA_PUNT	MOD_INGLES_PGREF	

Fuente: Elaboración propia

## 2.6. ANÁLISIS PRUEBAS SABER 11 Y SABER PRO POR COMPETENCIAS

La metodología para medir el valor agregado por UDEC al proceso de aprendizaje se realiza sobre las competencias de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, competencias ciudadanas e inglés.

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas saber pro-2016, 2017 y 2018 con las correspondientes pruebas saber 11 de los estudiantes, para ello fue necesario realizar el tratamiento y análisis descriptivo de los datos – Saber 11<sup>15</sup> y transformar los resultados a una sola escala de 0 a 100 puntos.

Tabla 13 Cambio en la estructura del examen Saber 11.

2001- 2005-2	2006-1 - 2014-1	2014-II en adelante
Lenguaje	Lenguaje	Lectura Crítica
Filosofía	Filosofía	
Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas (Incluye Razonamiento Cuantitativo)
Física	Física	Ciencias Naturales
Química	Química	
Biología	Biología	
Historia	Ciencias sociales	Sociales y ciudadanas
Geografía	(Historia, Geografía)	(Incluye Competencias ciudadanas)

<sup>15</sup> La prueba saber 11 es una evaluación estandarizada del desarrollo de las competencias, aplicada semestralmente por el ICFES, cuyo propósito es seleccionar a los estudiantes para la educación superior, monitorear la calidad de la formación que ofrecen los establecimientos de educación media y producir información para la estimación del valor agregado de la educación superior.

Idioma (inglés, francés o alemán)	Idioma - inglés (inglés, francés o alemán)	Inglés
--------------------------------------	---	--------

Fuente: ICFES 2016.

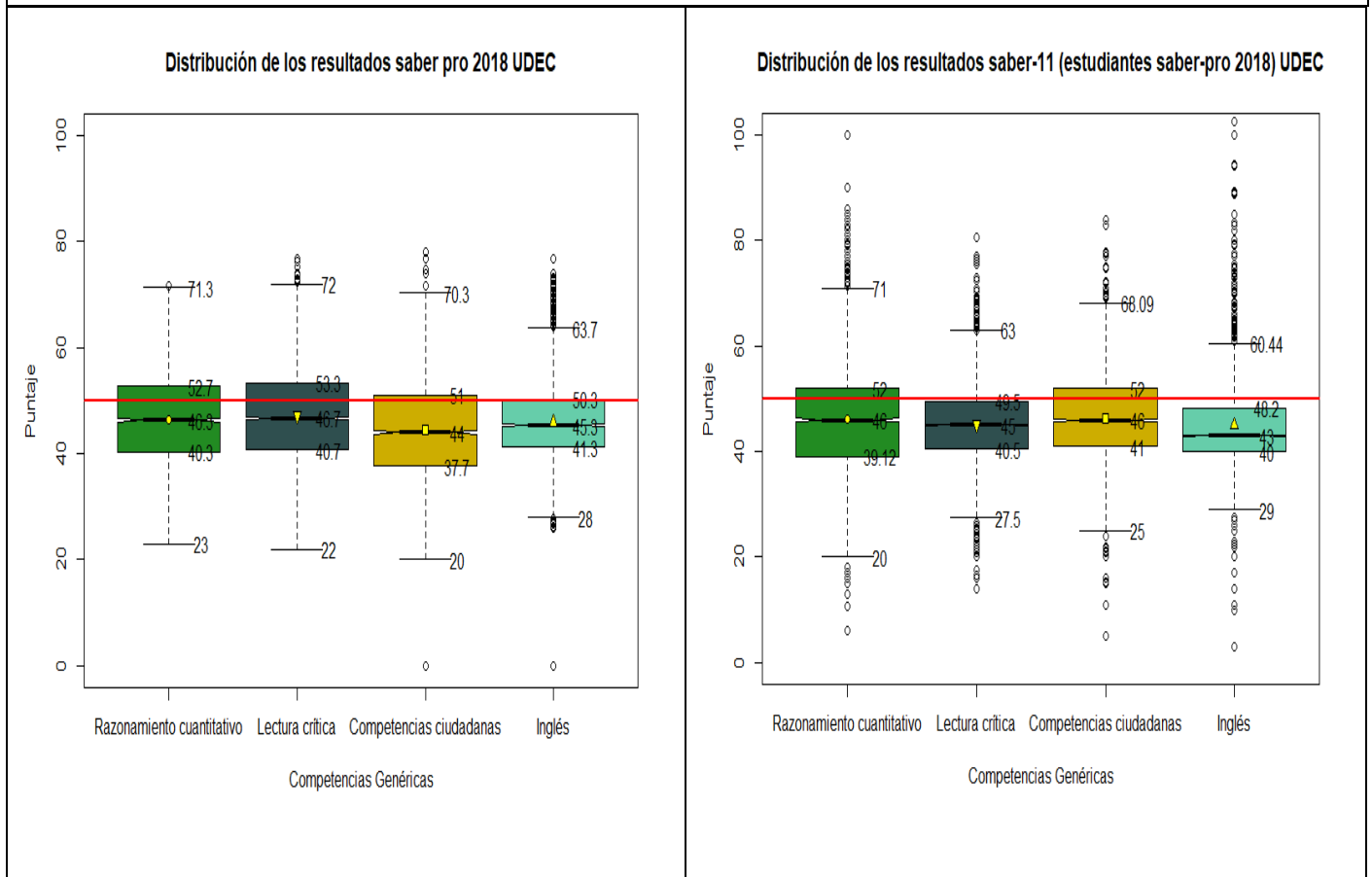


Gráfico 1. Distribución de los resultados saber 11 y saber pro-2018 UDEC

Elaboración propia

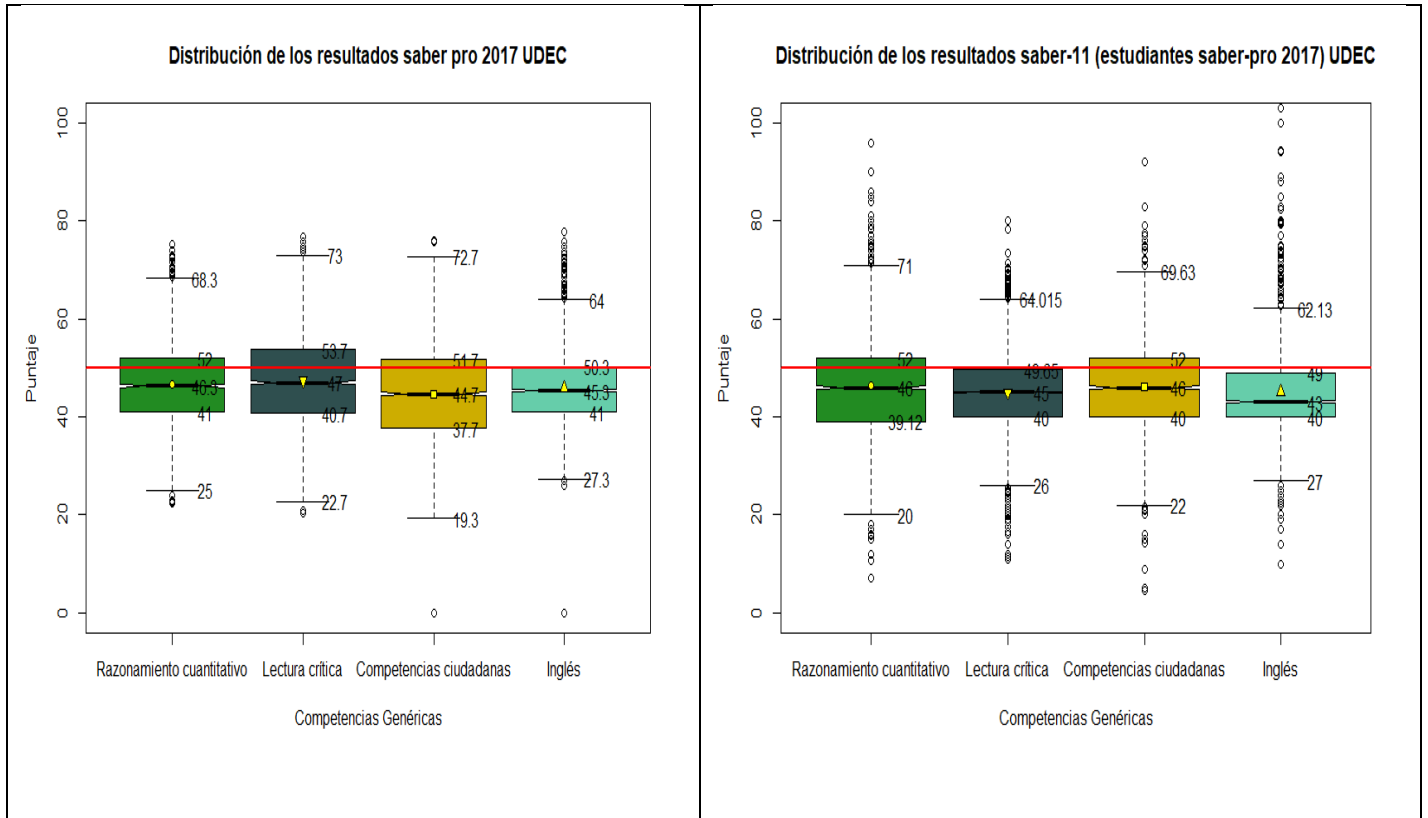


Gráfico 2 Distribución de los resultados saber 11 y saber pro-2017 UDEC  
Elaboración propia

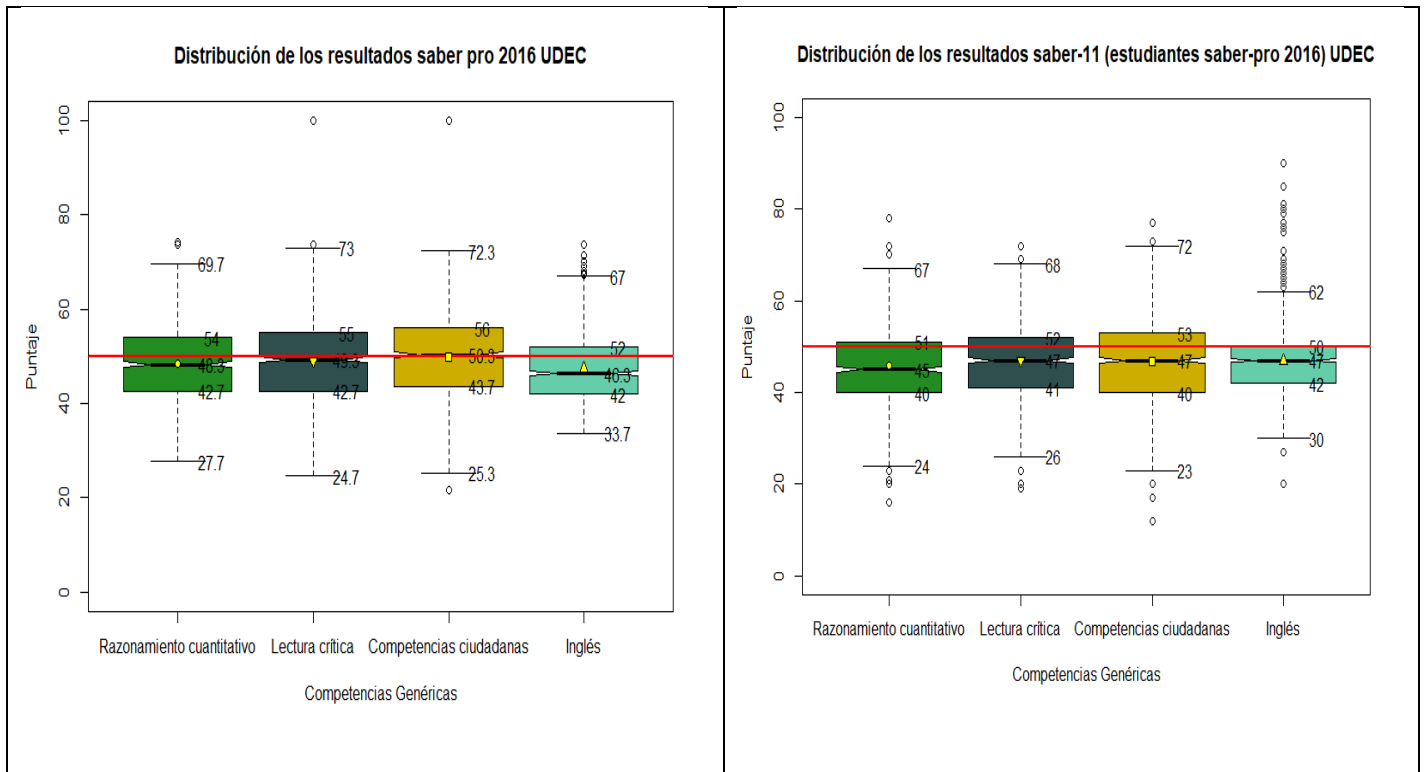


Gráfico 3 Distribución de los resultados saber 11 y saber pro-2016 UDE. Elaboración propia

Para efectos del estudio se normalizaron las puntuaciones de las pruebas saber 11 y saber pro en la escala de puntuación de 0 a 100. De la información se puede inferir que en ambas pruebas las medias por competencias se mantienen por debajo de la media teórica (50 puntos – línea color rojo). Las puntuaciones alcanzadas por los estudiantes en razonamiento cuantitativo en las pruebas saber pro 2018 con respecto a los resultados de entrada (saber 11) se mantienen con un promedio global de 46 puntos con una desviación estándar de 6 puntos con respecto a la media, se observa también que los puntajes máximos y mínimos tienen (para ambas pruebas) tienen un rango de aproximadamente 50 puntos, con respecto a las competencias de lectura crítica e inglés se observa una disminución no significativa y en competencias ciudadanas hay un aumento en la puntuación y su dispersión, pero en términos generales los resultados alcanzados son similares.

## 2.7. MODELO DE VALOR AGREGADO

La propuesta metodológica para medición de valor agregado en UDEC establece las relaciones de las habilidades antes y después del desarrollo del programa académico, definiendo el crecimiento<sup>16</sup>, el cual tiene dos componentes a saber, contribución<sup>17</sup> de la institución y contribución de otros factores, como se indica en la siguiente figura.



Figura 16 Modelo de crecimiento de habilidades estudiantes  
Recuperado de (UNIMINUTO, 2019)

### 2.7.1. MODELO DE CRECIMIENTO

<sup>16</sup> Crecimiento se refiere al aumento por añadir en un nuevo proceso formativo (a través de Resultados de Aprendizaje Esperados). En los modelos de ganancias, se tiene como premisa o idea básica, obtener la diferencia entre las medidas en dos puntos en el tiempo.

<sup>17</sup> Contribución es un término asociado al aporte o ayuda que se realiza desde una unidad, área, recursos, docentes, entre otros.



El modelo de crecimiento de las habilidades del estudiante en el contexto del análisis del valor agregado aplicado en UDEC se puede describir como la probabilidad de que un estudiante se encuentre en la zona de crecimiento como se define en la ecuación (4).

$$p(\text{Zona de Crecimiento}) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1X_1+\dots+\beta_kX_k)}} \quad (4)$$

Donde  $X_i$  para  $i = 1, \dots, k$ .  $k \in N$ , representa un factor significativo del modelo, es decir, el crecimiento del estudiante  $i$  con respecto a los resultados de entrada y salida alcanzados, así como se indica en la ecuación (5).

$$C_i = (Psproi, Ps11i) = \frac{Psproi}{Ps11i} \quad (5)$$

Donde:

$C_i$ : índice de crecimiento del estudiante  $i$ .

$Psproi$ : transformación del resultado del estudiante  $i$  en la prueba genérica saber pro.

Si el índice de crecimiento del estudiante es mayor que uno ( $C_i > 1$ ), indica que se encuentra en la zona de crecimiento si es menor que uno, no presentó aumento en sus habilidades.

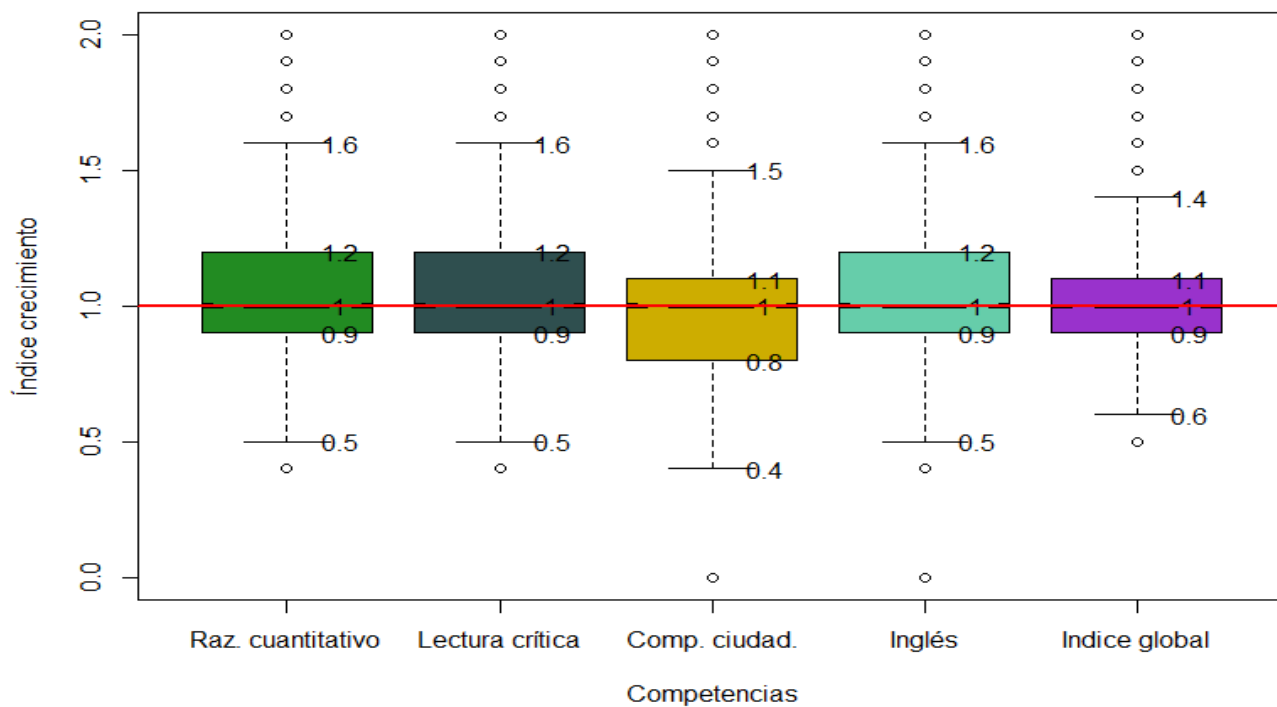
$Ps11i$ : transformación del resultado del estudiante  $i$  en la prueba genérica saber 11.

Aplicando el **modelo de crecimiento** a los resultados de las pruebas saber (11 y Pro) del periodo 2018 que presentaron los estudiantes de UDEC en las competencias de razonamiento cuantitativo (crec1), lectura crítica (crec2), competencias ciudadanas (crec3), inglés (crec4) y el puntaje global18 (crec5), se obtuvieron los siguientes índices de crecimiento globales:

---

<sup>18</sup> Puntaje o Índice globales es el promedio ponderado de las pruebas sin decimales, utilizando 1 para inglés y 3 para el resto de las pruebas (resolución 457 del 14 de julio de 2016, capítulo 1, artículo 3)

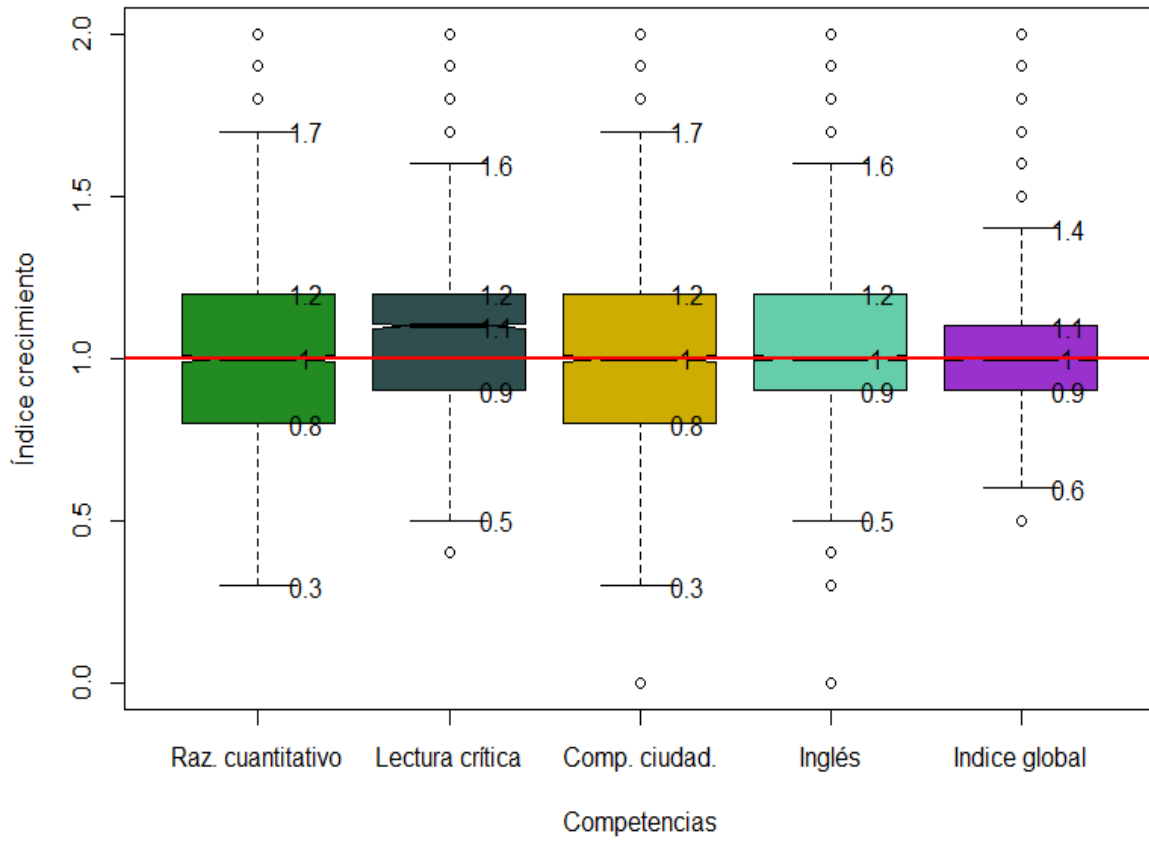
**Crecimiento por competencias de estudiantes pruebas saber pro 2018 UDEC**



crec1		crec2		crec3		crec4		crec5	
Min.	:0.3611	Min.	:0.4154	Min.	:0.0000	Min.	:0.0000	Min.	:0.4520
1st Qu.	:0.8571	1st Qu.	:0.8946	1st Qu.	:0.8062	1st Qu.	:0.9091	1st Qu.	:0.8978
Median	:1.0189	Median	:1.0447	Median	:0.9609	Median	:1.0327	Median	:1.0135
Mean	:1.0651	Mean	:1.0740	Mean	:0.9968	Mean	:1.0546	Mean	:1.0264
3rd Qu.	:1.2051	3rd Qu.	:1.2066	3rd Qu.	:1.1364	3rd Qu.	:1.1629	3rd Qu.	:1.1322
Max.	:1.6111	Max.	:1.8571	Max.	:1.8667	Max.	:1.6444	Max.	:1.6380

Gráfico 4 Resumen distribución de crecimiento por competencias pruebas saber pro-2018 UDEC.  
Elaboración propia

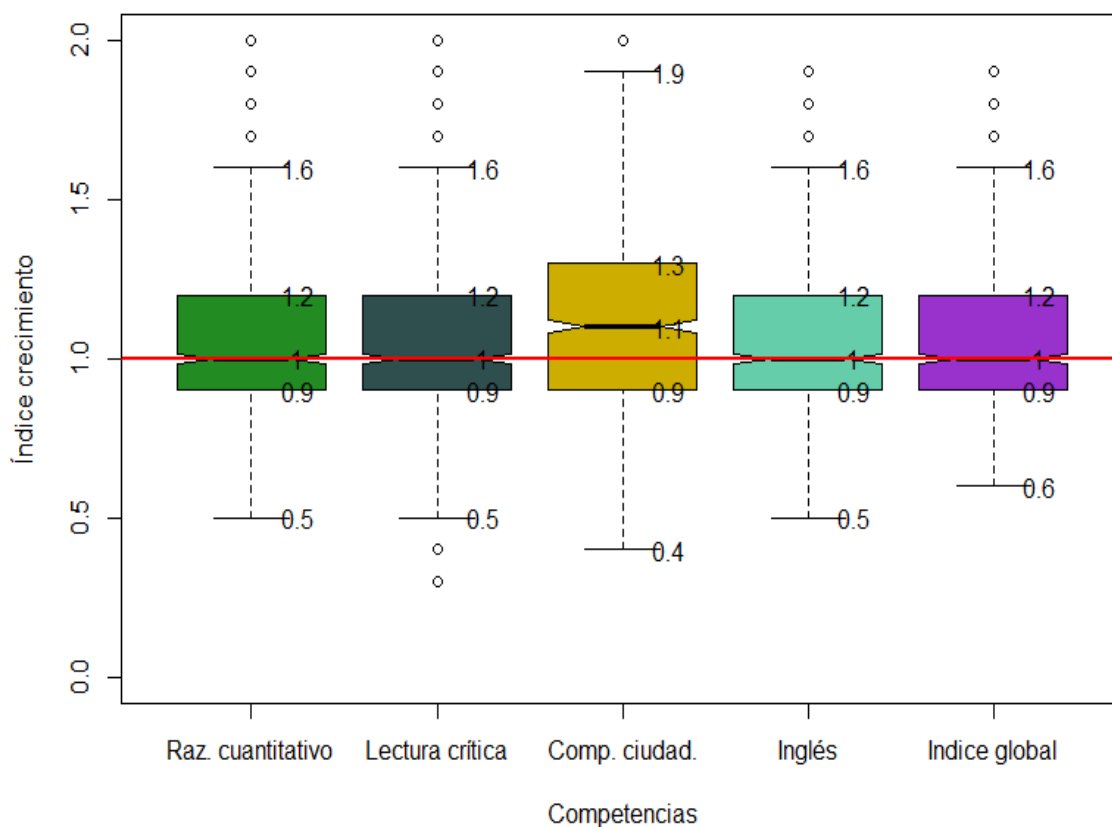
**Crecimiento por competencias de estudiantes pruebas saber pro 2017 UDEC**



crec1		crec2		crec3		crec4		crec5	
Min.	:0.3497	Min.	:0.3942	Min.	:0.0000	Min.	:0.0000	Min.	:0.4603
1st Qu.	:0.8472	1st Qu.	:0.8889	1st Qu.	:0.7889	1st Qu.	:0.8934	1st Qu.	:0.8823
Median	:1.0135	Median	:1.0546	Median	:0.9720	Median	:1.0296	Median	:1.0171
Mean	:1.0667	Mean	:1.0870	Mean	:1.0109	Mean	:1.0522	Mean	:1.0329
3rd Qu.	:1.2090	3rd Qu.	:1.2359	3rd Qu.	:1.1570	3rd Qu.	:1.1852	3rd Qu.	:1.1483
Max.	:4.4568	Max.	:5.4048	Max.	:11.7823	Max.	:4.6667	Max.	:2.3907

**Gráfico 5 Resumen distribución de crecimiento por competencias pruebas saber pro- 2017 UDEC**  
Elaboración propia

**Crecimiento por competencias de estudiantes pruebas saber pro 2016 UDEC**



crec1		crec2		crec3		crec4		crec5	
Min.	:0.5046	Min.	:0.3426	Min.	:0.4333	Min.	:0.4897	Min.	:0.5770
1st Qu.	:0.8913	1st Qu.	:0.8780	1st Qu.	:0.8768	1st Qu.	:0.8864	1st Qu.	:0.9137
Median	:1.0472	Median	:1.0429	Median	:1.0700	Median	:1.0000	Median	:1.0429
Mean	:1.0906	Mean	:1.0822	Mean	:1.1171	Mean	:1.0328	Mean	:1.0746
3rd Qu.	:1.2404	3rd Qu.	:1.2271	3rd Qu.	:1.2810	3rd Qu.	:1.1560	3rd Qu.	:1.2022
Max.	:2.8750	Max.	:2.6000	Max.	:4.5556	Max.	:3.3833	Max.	:1.9383

Gráfico 6. Resumen distribución de crecimiento por competencias pruebas saber pro-pro-2016C

Elaboración propia

A continuación, se aplica el modelo de crecimiento en los resultados de las pruebas saber pro aplicadas en el lapso 2016-2018 por parte de los estudiantes de la UDEC, por núcleos o grupos de referencia<sup>19</sup> para las competencias de razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica e inglés, con los siguientes resultados:

<sup>19</sup> Se consideran núcleos de pregrado a las áreas que agrupan los programas académicos afines.

Tabla 14. Grupos de referencia pruebas saber pro UDEC

Núcleo pregrado	Sigla
[1,] "ADMINISTRACIÓN"	"ADM"
[2,] "CONTADURÍA PÚBLICA"	"CP"
[3,] "DEPORTES, EDUCACIÓN FÍSICA Y RECREACIÓN"	"DEP"
[4,] "EDUCACIÓN"	"EDU"
[5,] "ENFERMERÍA"	"ENF"
[6,] "INGENIERÍA AGRONÓMICA, PECUARIA Y AFINES"	"IAG"
[7,] "INGENIERÍA AMBIENTAL, SANITARIA Y AFINES"	"IAM"
[8,] "INGENIERÍA DE SISTEMAS, TELEMÁTICA Y AFINES"	"ISI"
[9,] "INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y AFINES"	"IEL"
[10,] "INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AFINES"	"IIN"
[11,] "MÚSICA"	"MUS"
[12,] "PSICOLOGÍA"	"PSI"
[13,] "ZOOTECNIA"	"ZOO"

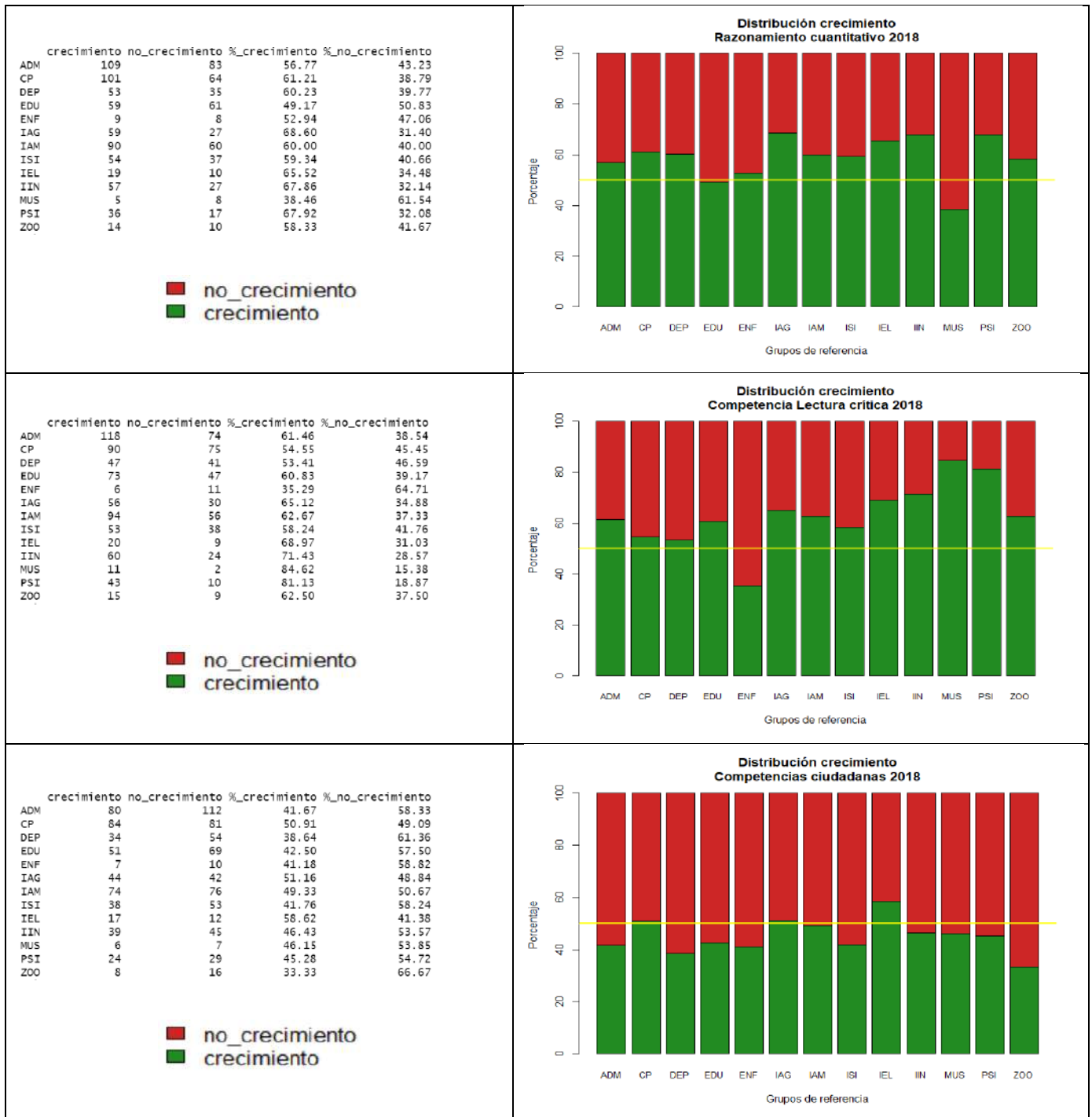
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Programas académicos por grupos de referencias UDEC 2018

Núcleo / Grupo De Referencia	Programa Académico
Administración	Administración Agropecuaria
	Administración De Empresas
Contaduría Pública	Contaduría Pública
Deportes, Educación Física y Recreación	Ciencias del Deporte y de la Educación Física
Educación	Licenciatura En Educación Básica con Énfasis en Ciencias Sociales
	Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes
	Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Humanidades: Lengua Castellana e Inglés
	Licenciatura en Matemáticas
Enfermería	Enfermería
Ingeniería Agronómica, Pecuaria y Afines	Ingeniería Agronómica
Ingeniería Ambiental, Sanitaria y Afines	Ingeniería Ambiental
Ingeniería De Sistemas, Telemática y Afines	Ingeniería de Sistemas
Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Afines	Ingeniería Electrónica
Ingeniería Industrial y Afines	Ingeniería Industrial
Música	Música
Psicología	Psicología
Zootecnia	Zootecnia

Fuente: Elaboración propia

Aplicando el modelo de crecimiento a los resultados de las pruebas saber pro-2018 por grupos para las competencias de razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica e inglés, se obtienen los siguientes resultados por grupo de referencia<sup>20</sup>.



<sup>20</sup> Se consideran grupos de referencia a las áreas que integran programas académicos afines.

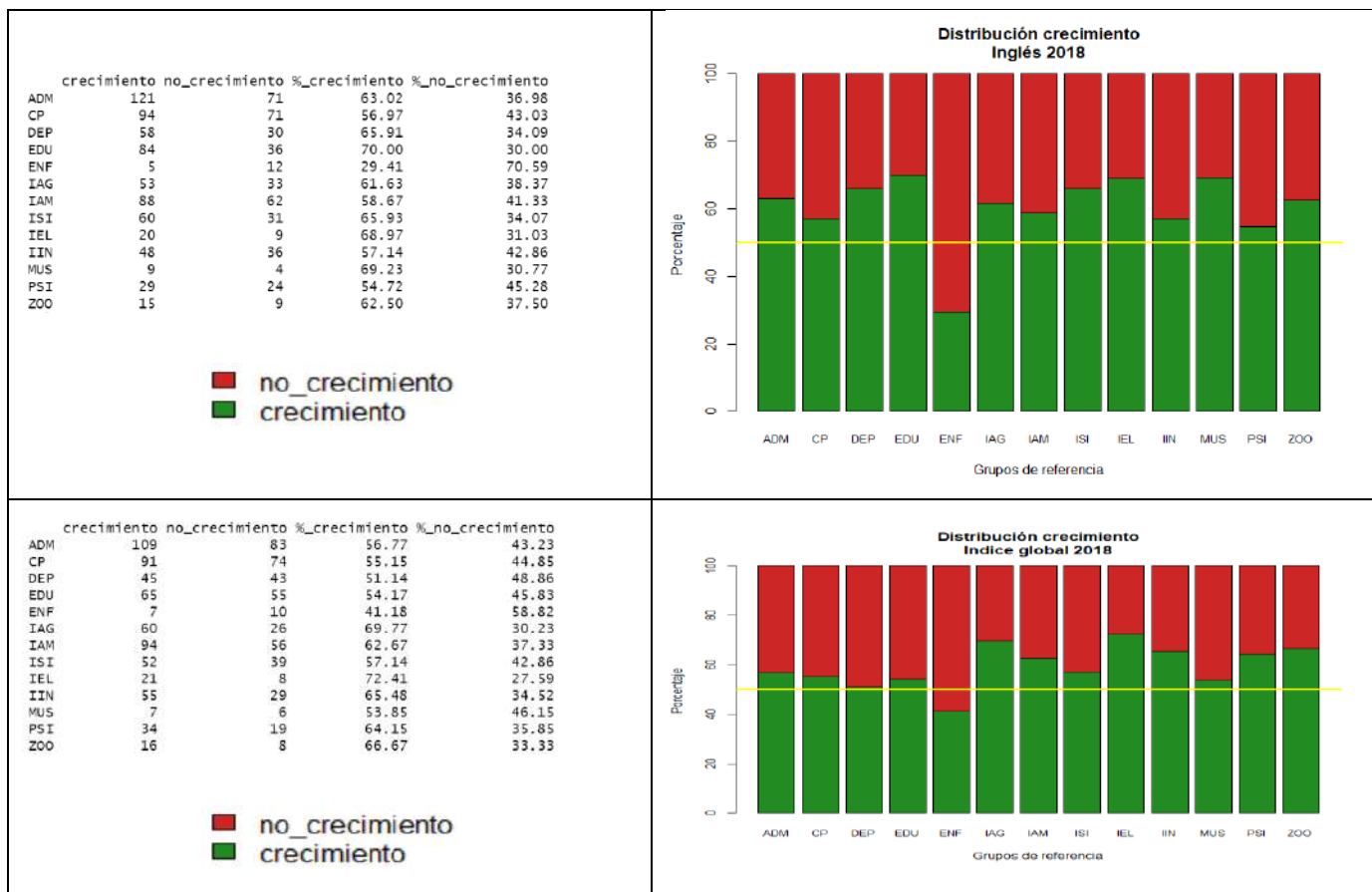
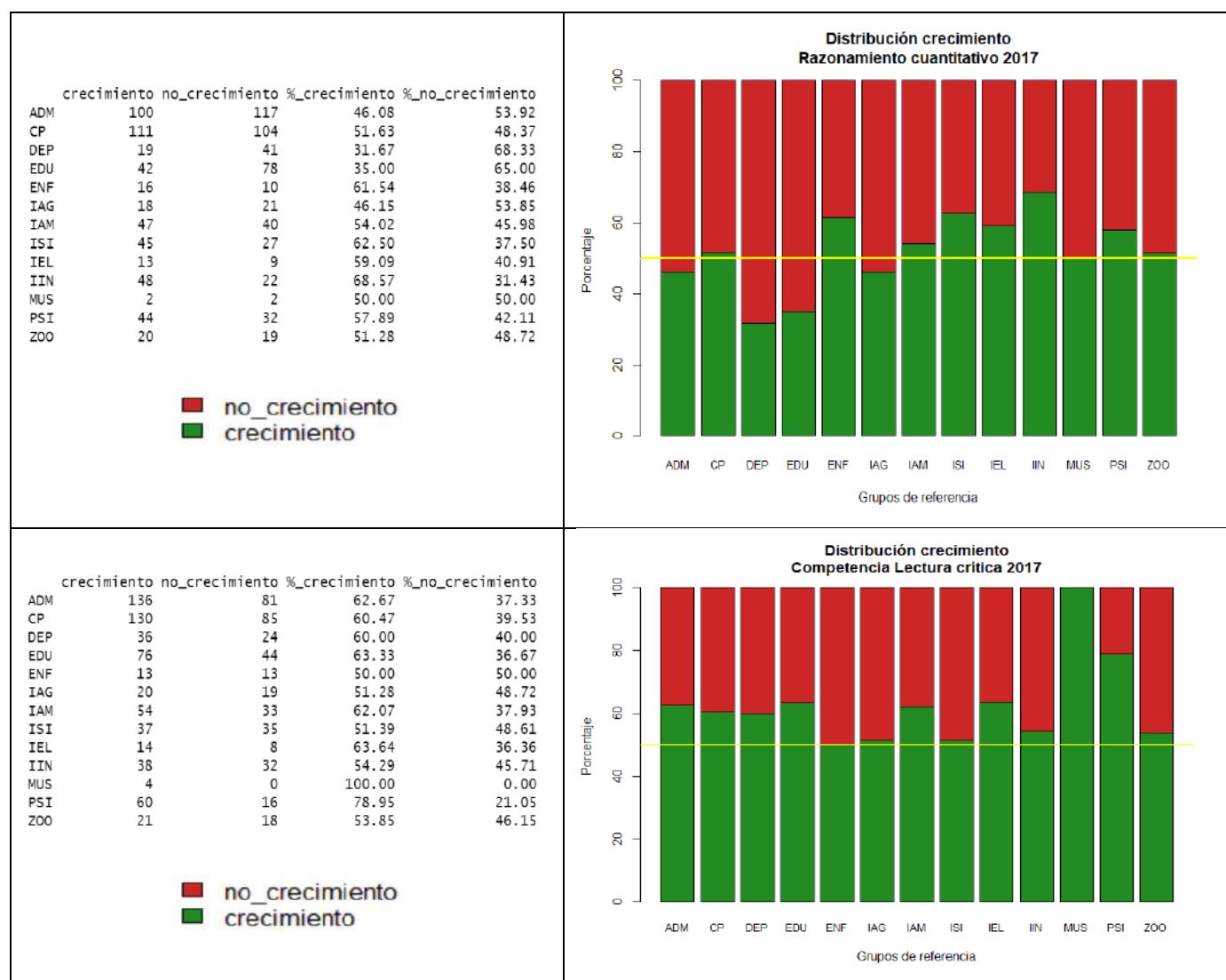


Gráfico 7 Distribución de crecimiento competencia cuantitativo por grupos de referencia 2018  
Elaboración propia

De acuerdo con la distribución de los estudiantes del gráfico 6, se muestra que la mayor proporción de estudiantes que se ubican en la zona de crecimiento para **“razonamiento cuantitativo”**, corresponden a los programas de los grupos de referencia como lo son ingeniería agronómica, pecuaria y afines, psicología e ingeniería industrial y afines; para el caso de las competencias en **“lectura crítica”** están los grupos de referencia de música, psicología e ingeniería industrial y afines; en **“competencias ciudadanas”** están, ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines, seguido de ingeniería agronómica, pecuaria y afines, y contaduría pública; en **“inglés”** se encuentran educación, música e ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines; y finalmente se evidencia que la proporción de estudiantes en la zona de crecimiento con respecto al **“puntaje global”** están los grupos de ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines, ingeniería agronómica, pecuaria y afines, y zootecnia.

Aplicando de nuevo el modelo de crecimiento a los resultados de las pruebas saber pro-2017 por grupos de referencia para las competencias de razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica e inglés, se obtienen los siguientes resultados por grupo de referencia<sup>21</sup>.



<sup>21</sup> Se consideran grupos de referencia a las áreas que integran programas académicos afines.



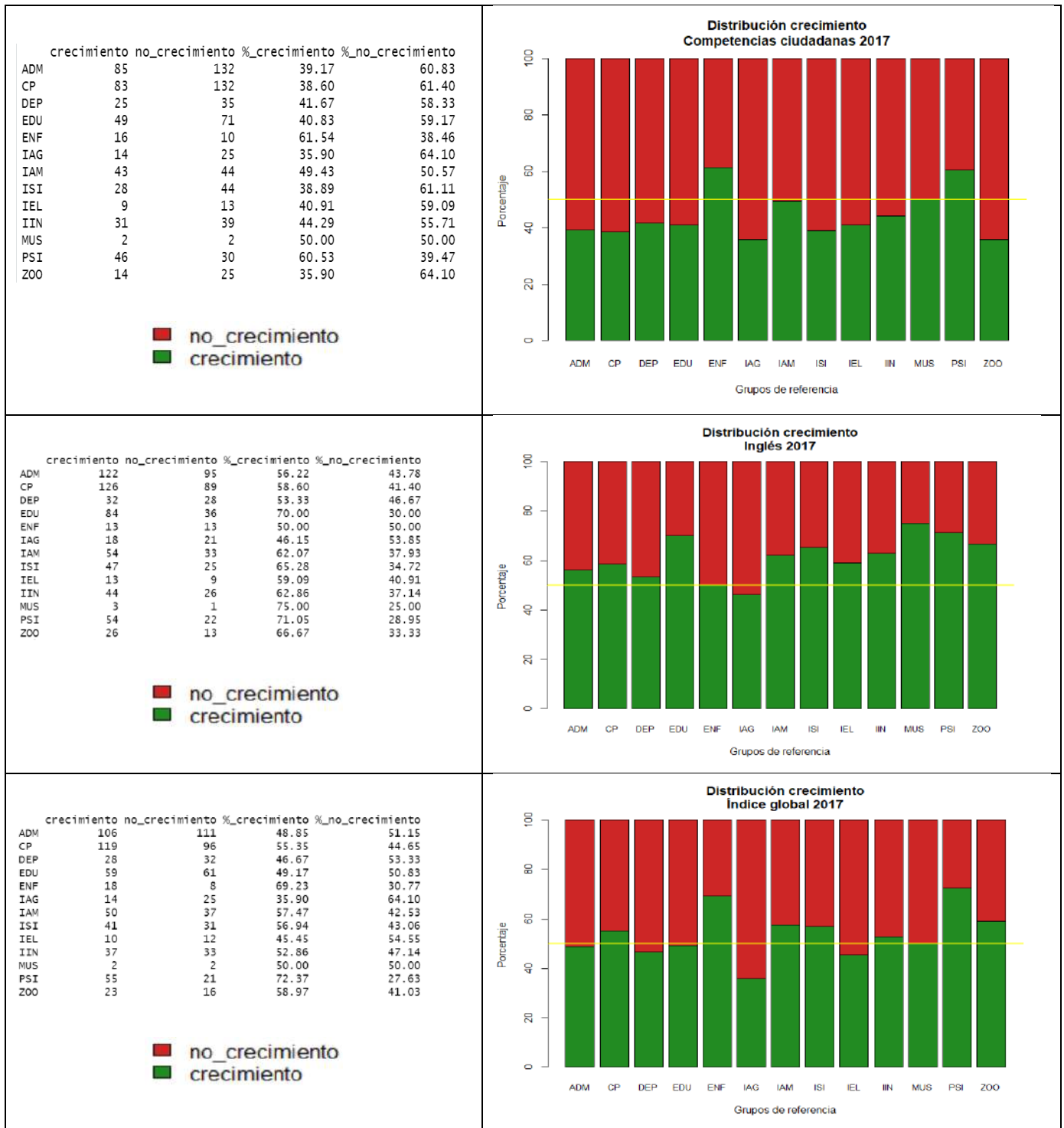
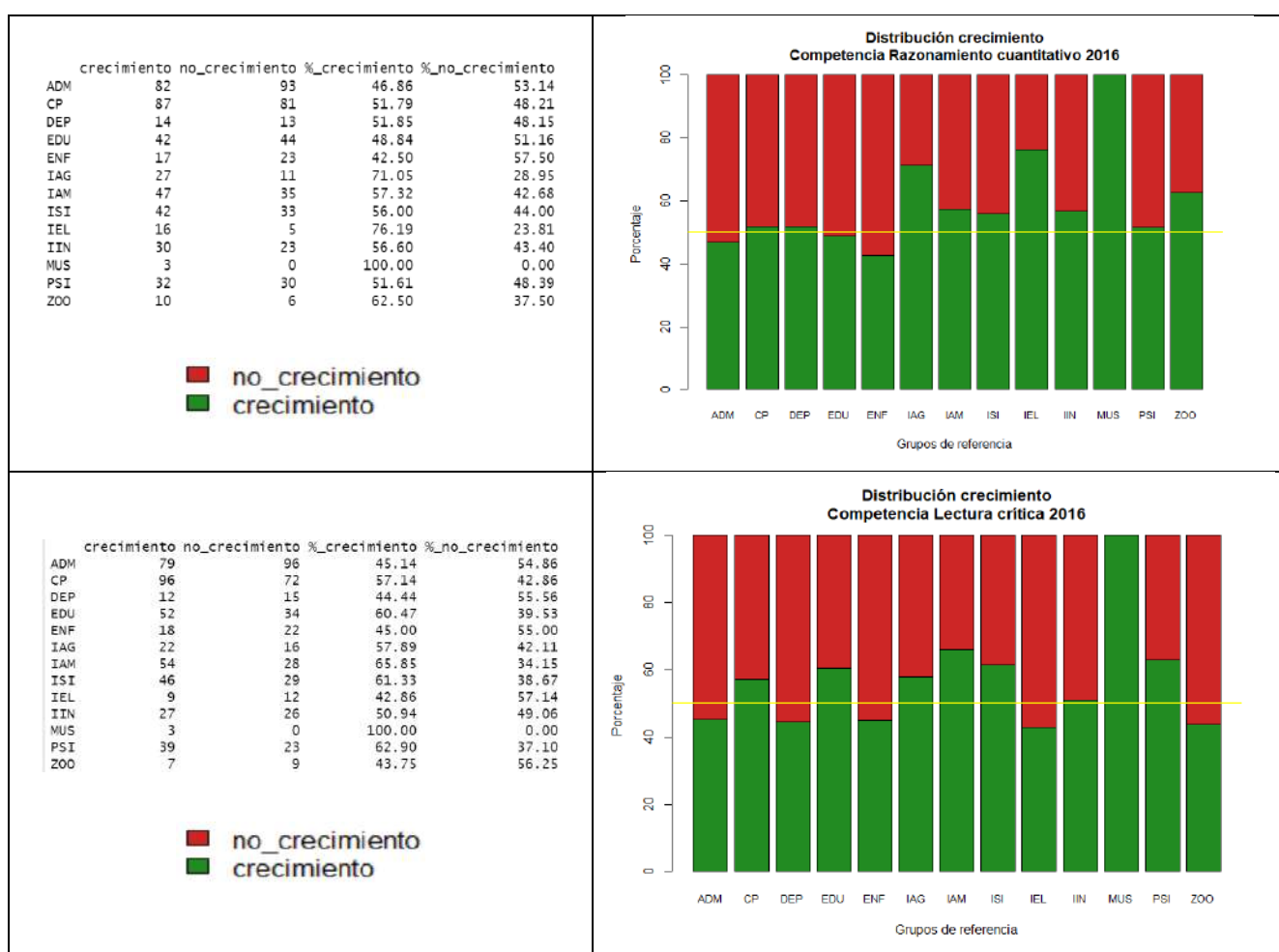


Gráfico 8 Distribución de crecimiento competencia cuantitativo por grupos de referencia 2017  
Elaboración propia

A partir del gráfico 7 de la distribución de los estudiantes con la mayor proporción en la zona de crecimiento para “razonamiento cuantitativo”, corresponden a los programas de los grupos de referencia como ingeniería industrial y afines, ingeniería de sistemas, telemática y

afines, y enfermería; para el caso de las competencias en “lectura crítica” están los grupos de referencia de música, psicología e ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines; en “competencias ciudadanas” están, enfermería, seguido de psicología y música; en “inglés” se encuentran música, psicología y zootecnia; y finalmente se evidencia que la proporción de estudiantes en la zona de crecimiento con respecto al **puntaje global** están los grupos de psicología, enfermería y zootecnia.

Aplicando el modelo de crecimiento a los resultados de las pruebas saber pro - 2016 por grupos para las competencias de razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, lectura crítica e inglés, se obtienen los siguientes resultados por grupo de referencia<sup>22</sup>.



<sup>22</sup> Se consideran grupos de referencia a las áreas que integran programas académicos afines.

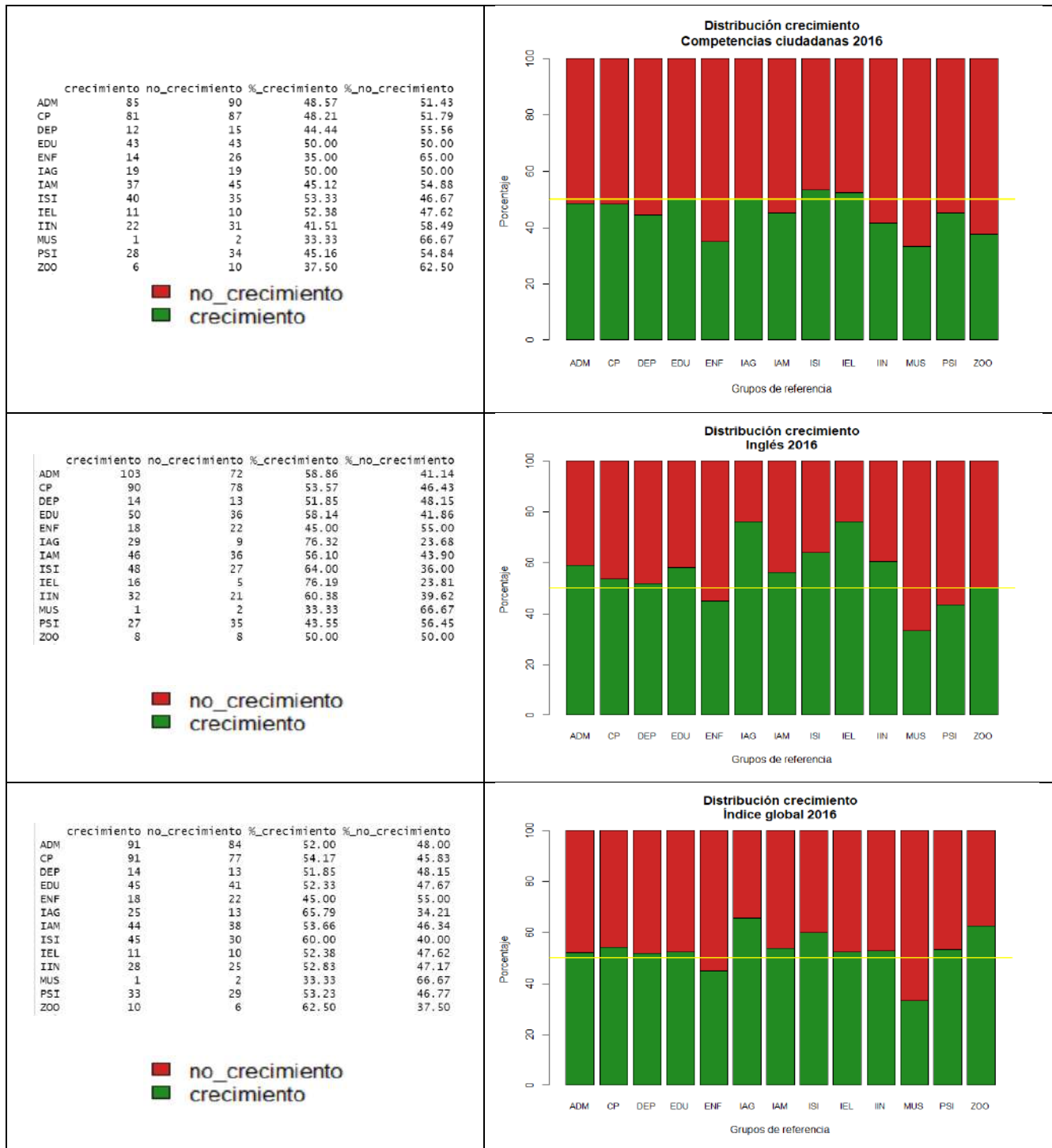


Gráfico 9 Distribución de crecimiento competencia cuantitativo por grupos de referencia 2016

Elaboración propia

Finalmente, en el gráfico 8 de la distribución de los estudiantes con la mayor proporción de crecimiento para “razonamiento cuantitativo”, corresponden a los programas de los grupos de referencia como música, ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines, zootecnia e

ingeniería agronómica, pecuaria y afines; para el caso de las competencias en “lectura crítica” están los grupos de referencia de música, ingeniería agronómica, pecuaria y afines, e ingeniería de sistemas, telemática y afines; en “competencias ciudadanas” están, ingeniería de sistemas, telemática y afines, ingeniería electrónica telecomunicaciones y afines, e ingeniería agronómica, pecuaria y afines; en “inglés” se encuentran ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines, ingeniería agronómica, pecuaria y afines, e ingeniería de sistemas, telemática y afines; con respecto al **puntaje global**, se evidencia que la proporción de estudiantes en la zona de crecimiento están los grupos de ingeniería agronómica, pecuaria y afines, zootecnia e ingeniería de sistemas, telemática y afines.

A continuación, se muestra el porcentaje de estudiantes que presentaron crecimiento entre los periodos 2016 al 2018 en cada una de las competencias por programa académico:

Tabla 16. Crecimiento Razonamiento Cuantitativo 2016 -2018

RAZONAMIENTO CUANTITATIVO						
PROGRAMA ACADÉMICO	2016	TOTAL	2017	TOTAL	2018	TOTAL
ADMINISTRACION AGROPECUARIA	0%		100%	1	0%	6
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	47%	175	46%	216	59%	109
CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA	52%	27	32%	60	60%	53
CONTADURIA PUBLICA	51%	167	52%	215	61%	101
ENFERMERIA	43%	40	62%	26	53%	9
INGENIERIA AGRONOMICA	71%	38	46%	39	69%	59
INGENIERÍA AMBIENTAL	57%	82	54%	87	60%	90
INGENIERIA DE SISTEMAS	56%	75	63%	72	59%	54
INGENIERIA ELECTRONICA	76%	21	59%	22	66%	19
INGENIERIA INDUSTRIAL	57%	53	69%	70	68%	57
LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES	48%	25	42%	26	32%	10
LIC_EDUC_EN EDUCACION FISICA,RECRE_DEPOR	60%	30	28%	46	60%	26
LIC_EDUCACION_HUMA LENGUA_CAST_E_INGLES	39%	23	32%	31	48%	14
LICENCIATURA EN MATEMATICAS	38%	8	47%	17	53%	9
MUSICA	100%	3	50%	4	38%	5
PSICOLOGÍA	52%	62	58%	76	68%	36
ZOOTECNIA	63%	16	51%	39	58%	14
<b>Total general</b>	<b>53%</b>	<b>845</b>	<b>50%</b>	<b>1047</b>	<b>60%</b>	<b>665</b>

Tabla 17 Crecimiento Lectura Crítica 2016 -2018

LECTURA CRÍTICA						
PROGRAMA ACADÉMICO	20163	TOTAL	20173	TOTAL	20183	TOTAL
ADMINISTRACION AGROPECUARIA	0%		100%	1	67%	6
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	45%	175	63%	216	61%	186
CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA	44%	27	60%	60	53%	88
CONTADURIA PUBLICA	57%	167	60%	215	55%	165
ENFERMERIA	45%	40	50%	26	35%	17
INGENIERIA AGRONOMICA	58%	38	51%	39	65%	86
INGENIERÍA AMBIENTAL	66%	82	62%	87	63%	150
INGENIERIA DE SISTEMAS	61%	75	51%	72	58%	91
INGENIERIA ELECTRONICA	43%	21	64%	22	69%	29
INGENIERIA INDUSTRIAL	51%	53	54%	70	71%	84
LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES	60%	25	85%	26	61%	31
LIC_EDUC_EN EDUCACION FISICA,RECRE_DEPOR	53%	30	50%	46	60%	43
LIC_EDUCACION_HUMA LENGUA_CAST_E_INGLES	78%	23	71%	31	55%	29
LICENCIATURA EN MATEMATICAS	38%	8	53%	17	71%	17
MUSICA	100%	3	100%	4	85%	13
PSICOLOGÍA	63%	62	79%	76	81%	53
ZOOTECNIA	44%	16	54%	39	63%	24
<b>Total general</b>	<b>55%</b>	<b>845</b>	<b>61%</b>	<b>1047</b>	<b>62%</b>	<b>1111</b>

Tabla 18 Crecimiento Competencias Ciudadanas 2016 -2018

COMPETENCIAS CIUDADANAS						
PROGRAMA ACADÉMICO	20163	TOTAL	20173	TOTAL	20183	TOTAL
ADMINISTRACION AGROPECUARIA	0%		0%	1	17%	6
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	49%	175	39%	216	42%	186
CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA	44%	27	42%	60	39%	88
CONTADURIA PUBLICA	48%	167	39%	215	51%	165
ENFERMERIA	35%	40	62%	26	41%	17
INGENIERIA AGRONOMICA	50%	38	36%	39	51%	86
INGENIERÍA AMBIENTAL	45%	82	49%	87	49%	150
INGENIERIA DE SISTEMAS	53%	75	39%	72	42%	91
INGENIERIA ELECTRONICA	52%	21	41%	22	59%	29
INGENIERIA INDUSTRIAL	42%	53	44%	70	46%	84
LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES	72%	25	58%	26	45%	31
LIC_EDUC_EN EDUCACION FISICA,RECRE_DEPOR	40%	30	39%	46	44%	43
LIC_EDUCACION_HUMA LENGUA_CAST_E_INGLES	52%	23	32%	31	45%	29
LICENCIATURA EN MATEMATICAS	13%	8	35%	17	29%	17
MUSICA	33%	3	50%	4	46%	13
PSICOLOGÍA	45%	62	61%	76	45%	53
ZOOTECNIA	38%	16	36%	39	33%	24
<b>Total general</b>	<b>47%</b>	<b>845</b>	<b>43%</b>	<b>1047</b>	<b>45%</b>	<b>1111</b>

Tabla 19 Crecimiento Inglés 2016 -2018

INGLÉS						
PROGRAMA ACADÉMICO	2016	TOTAL	2017	TOTAL	2018	TOTAL
ADMINISTRACION AGROPECUARIA	0%		100%	1	83%	6
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	59%	175	56%	216	62%	186
CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA	52%	27	53%	60	66%	88
CONTADURIA PUBLICA	53%	167	59%	215	57%	165
ENFERMERIA	45%	40	50%	26	29%	17
INGENIERIA AGRONOMICA	76%	38	46%	39	62%	86
INGENIERÍA AMBIENTAL	56%	82	62%	87	59%	150
INGENIERIA DE SISTEMAS	64%	75	65%	72	66%	91
INGENIERIA ELECTRONICA	76%	21	59%	22	69%	29
INGENIERIA INDUSTRIAL	60%	53	63%	70	57%	84
LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES	40%	25	62%	26	65%	31
LIC_EDUC_EN EDUCACION FISICA,RECRE_DEPOR	50%	30	70%	46	63%	43
LIC_EDUCACION_HUMA_LENGUA_CAST_E_INGLES	83%	23	87%	31	90%	29
LICENCIATURA EN MATEMATICAS	75%	8	53%	17	65%	17
MUSICA	33%	3	75%	4	69%	13
PSICOLOGÍA	44%	62	71%	76	55%	53
ZOOTECNIA	50%	16	67%	39	63%	24
<b>Total general</b>	<b>57%</b>	<b>845</b>	<b>61%</b>	<b>1047</b>	<b>61%</b>	<b>1111</b>

Tabla 20. Crecimiento Razonamiento Cuantitativo 2016 -2018

PUNTAJE GLOBAL SABER PRO - SABER 11						
PROGRAMA ACADÉMICO	2016	TOTAL	2017	TOTAL	2018	TOTAL
ADMINISTRACION AGROPECUARIA	0%		100%	1	17%	6
ADMINISTRACION DE EMPRESAS	52%	175	49%	216	58%	186
CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA	52%	27	47%	60	51%	88
CONTADURIA PUBLICA	54%	167	55%	215	55%	165
ENFERMERIA	45%	40	69%	26	41%	17
INGENIERIA AGRONOMICA	66%	38	36%	39	70%	86
INGENIERÍA AMBIENTAL	54%	82	57%	87	63%	150
INGENIERIA DE SISTEMAS	60%	75	57%	72	57%	91
INGENIERIA ELECTRONICA	52%	21	45%	22	72%	29
INGENIERIA INDUSTRIAL	53%	53	53%	70	65%	84
LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES	60%	25	73%	26	48%	31
LIC_EDUC_EN EDUCACION FISICA,RECRE_DEPOR	47%	30	48%	46	56%	43
LIC_EDUCACION_HUMA_LENGUA_CAST_E_INGLES	61%	23	39%	31	59%	29
LICENCIATURA EN MATEMATICAS	25%	8	35%	17	53%	17
MUSICA	33%	3	50%	4	54%	13
PSICOLOGÍA	53%	62	72%	76	64%	53
ZOOTECNIA	63%	16	59%	39	67%	24
<b>Total general</b>	<b>54%</b>	<b>845</b>	<b>54%</b>	<b>1047</b>	<b>59%</b>	<b>1111</b>



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA



Propuesta metodológica para la  
medición de valor agregado.

2019

## 3. ÍNDICES PARA LA MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO

### 3.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE ÍNDICES

El objetivo del presente capítulo es dar a conocer la metodología estadística para la construcción de índices que permitan medir el nivel socioeconómico, sociodemográfico, familiar y académico de los estudiantes que presentaron las pruebas estandarizadas Saber Pro.

Dentro de los factores que inciden en la calidad educativa se encuentra el nivel socioeconómico, definido como “la interacción entre los ingresos de la familia, el grado de educación familiar, ocupación y capital social. Los alumnos de bajo nivel socioeconómico obtienen resultados de aprendizaje más bajos y a su vez una menor probabilidad de culminar sus estudios y continuar con estudios superiores” (Gil, 2013).

En el capítulo anterior se analizó la data de los resultados de las pruebas saber 11 y saber pro, en lo referente a la validación, tratamiento de missing, datos incorrectos o no pertinentes y el análisis descriptivo, para ser utilizada en el modelamiento de la función para calcular el valor agregado.

Después de realizar el análisis descriptivo de las variables, se realizó un proceso de reducción mediante análisis de correspondencia múltiple (ACM) y el análisis de componentes principales (ACP), esto para cada una de las dimensiones definidas y descritas anteriormente.

La información de las pruebas se organizó por factores (personales) estudiantes e institucionales, que a su vez se agruparon en cinco áreas para las primeras, tal como se indica en la siguiente tabla:

### Índice de nivel socioeconómico [INSE]

En cada una de las pruebas Saber se incluyen cuestionarios adicionales que permiten recolectar información acerca del entorno de los estudiantes, tales como antecedentes escolares, competencias socioemocionales y características socioeconómicas y culturales. Estas variables, conocidas como factores asociados al aprendizaje, son relevantes en el estudio de la calidad de la educación, ya que tienen influencia sobre el logro educativo.

El nivel o estatus socioeconómico es un constructo teórico que pretende representar una posición económica o un estatus socioeconómico del estudiante que presentó las pruebas de saber pro o saber 11. El nivel socioeconómico es un rasgo latente que debe resumir información de al menos tres dimensiones (1) nivel educativo de los padres, (2) ocupación de los padres y (3) el ingreso familiar (NCES, 2012).

En el cuestionario sociodemográfico que acompañan las pruebas Saber se incluyen dichas dimensiones: El nivel educativo de los padres. En cuanto a la ocupación de los padres, se contempla una serie de oficios que incluye el trabajo en el hogar y la ausencia de trabajo. Por último, se emplea la dotación del hogar como proxy del ingreso familiar. (ICFES, 2019)



Tabla 21 Factores estudiantiles consolidado variables saber 11 y saber pro UDEC

INSE: INDICE SOCIO ECONÓMICO	FAMI_EDUCACIONPADRE	ASD: ÁREA SOCIO DEMOGRÁFICA	ESTU_TIENEETNIA	AF: ÁREA FAMILIAR	FAMI_HOGARACTUAL
	FAMI_EDUCACIONMADRE		EDAD		FAMI_CABEZAFAMILIA
	FAMI_TRABAJOLABORPADRE		GENERO		FAMI_NUMPERSONASACARGO
	FAMI_TRABAJOLABORMADRE		ESTRATO		FAMI_PERSONASHOGAR
	FAMI_TIENEINTERNET	ASE: ÁREA SOCIO ECONÓMICA	ESTU_VALORMATRICULAUNIVERSIDAD	AA: ÁREA ACADÉMICA	FAMI_CUARTOSHOGAR
	FAMI_TIENESERVICIOTV		ESTU_PAGOMATRICULABECA		FAMI_NUMLIBROS
	FAMI_TIENECOMPUTADOR		ESTU_PAGOMATRICULACREDITO		ESTU_DEDICACIONLECTURADIARIA
	FAMI_TIENELAVADORA		ESTU_PAGOMATRICULAPADRES		ESTU_COMOCAPACITOEXAMENS11
	FAMI_TIENEHORNOMICROOGAS		ESTU_PAGOMATRICULAPROPIO		ESTU_TITULOBTENIDOBACHILLER
	FAMI_TIENEAUTOMOVIL		ESTU_HORASSEMANTRABAJA		ESTU_DEDICACIONINTERNET
FAMI_TIENEMOTOCICLETA	ESTU_TIPOREMUNERACION	ESTU_METODO_PRGM			

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1. Modelado de índices estudiantiles

A partir de las variables sociodemográficas, socioeconómicas, familiares, académicas y el índice socioeconómico INSE determinado por el ICFES por cada estudiante, se determinaron índices a partir de las metodologías MCA (Análisis de Correspondencias Múltiples) y PCA (Análisis de Componentes Principales), utilizando el programa en R. Los resultados de la metodología se pueden ver a continuación:

Los resultados que se presentan a continuación obedecen a la aplicación del análisis de correspondencia múltiple a las observaciones de la caracterización de los estudiantes que aplicaron pruebas saber en el período 2018.

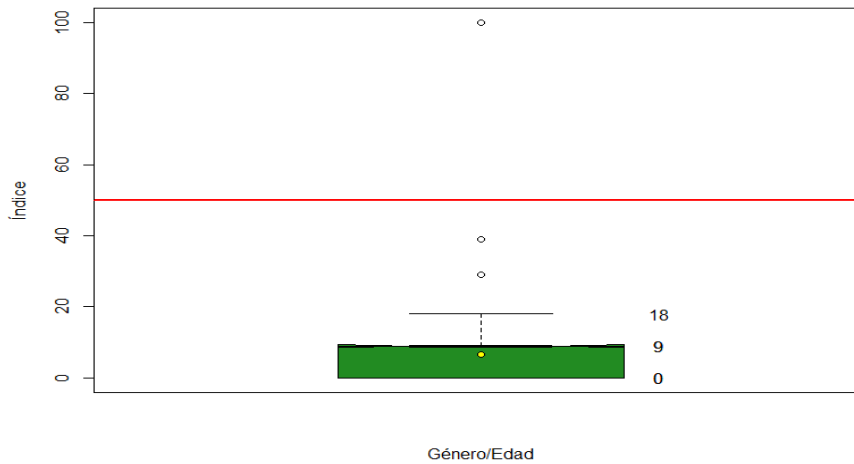
Tabla 22 Resultados del análisis de correspondencias múltiples área sociodemográfica UDEC

MCA (Análisis de correspondencias múltiples)				
II: Índice área sociodemográfica - ISD				
<code>&gt; summary(TT)</code>				
D.gedad	D.GEN	D.ETNIA	D. ESTRA	
menor a 22:226	F:578	Ninguno: 2	Estrato 2:560	
22 a 28 :883	M:535	No :689	Estrato 3:338	
29 a 35 : 3		Si : 10	Estrato 1: 90	
36 a 42 : 1		NA's :412	Estrato 4: 47	
43 a más : 0			Estrato 5: 9	
			(Other) : 9	
			NA's : 60	
IIA - (Edad, género): ISD_EG				

**MCA (Análisis de correspondencias múltiples)**

**II: Índice área sociodemográfica - ISD**

**Distribución del índice sociodemográfico I1A UDEC**

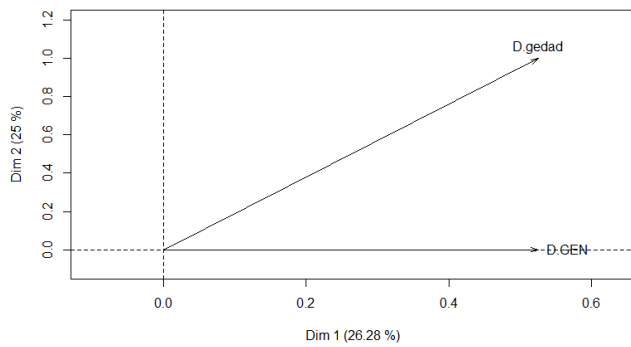


Eigenvalue Proportion Cumulative  
 dim 1 1.051241 26.28104 26.28104  
 dim 2 1.000000 25.00000 51.28104

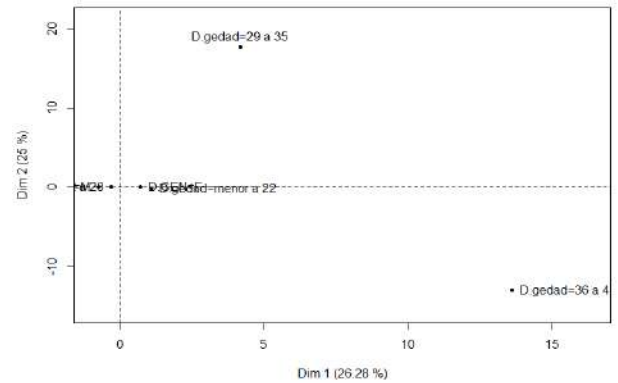
[summary\(I1\)](#)

Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
 0.000 0.000 9.000 6.663 9.000 100.000

**Correlation ratios**

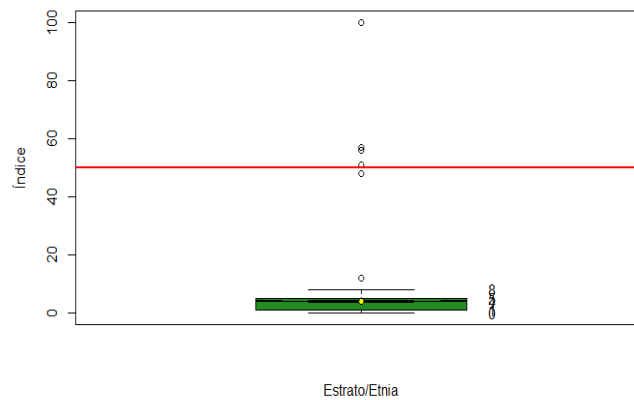


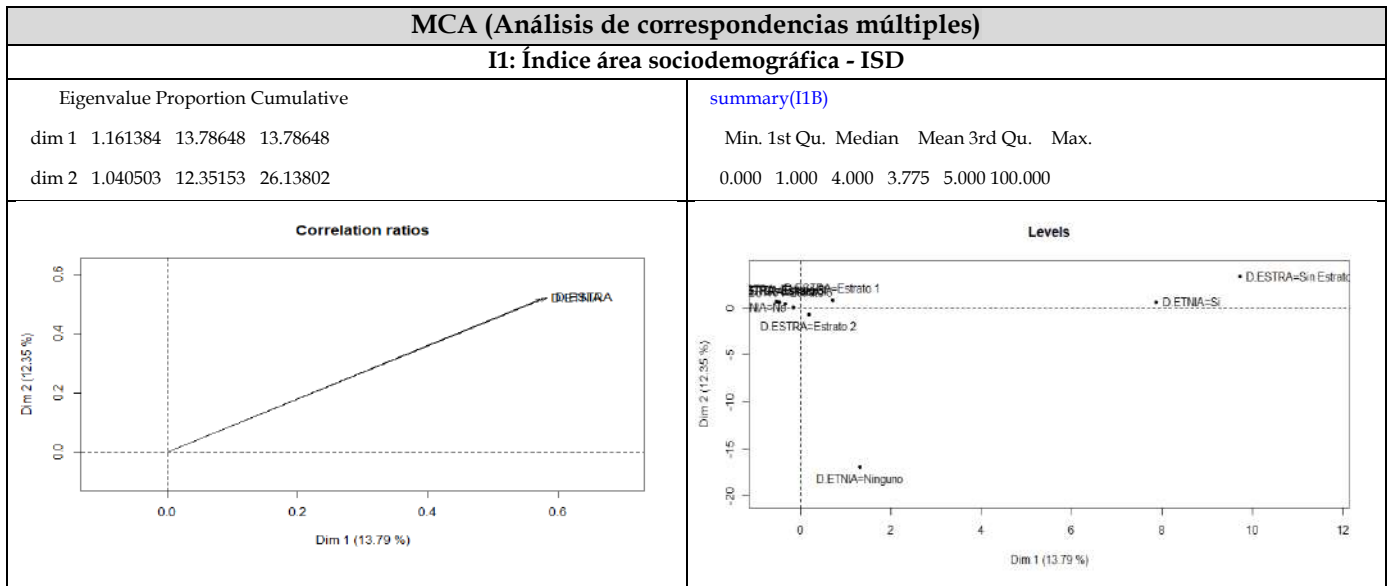
**Levels**



**I1B - (Etnia, estrato): ISD\_EE**

**Distribución del índice sociodemográfico I1B UDEC**





Fuente: Elaboración propia

La metodología para interpretar los resultados del análisis de correspondencias múltiples y el programa en R se muestran a continuación. Igual metodología se aplicó para el análisis de correspondencias múltiples en los índices área socioeconómica - ISE, área familiar - IAF y área académica - IAA.

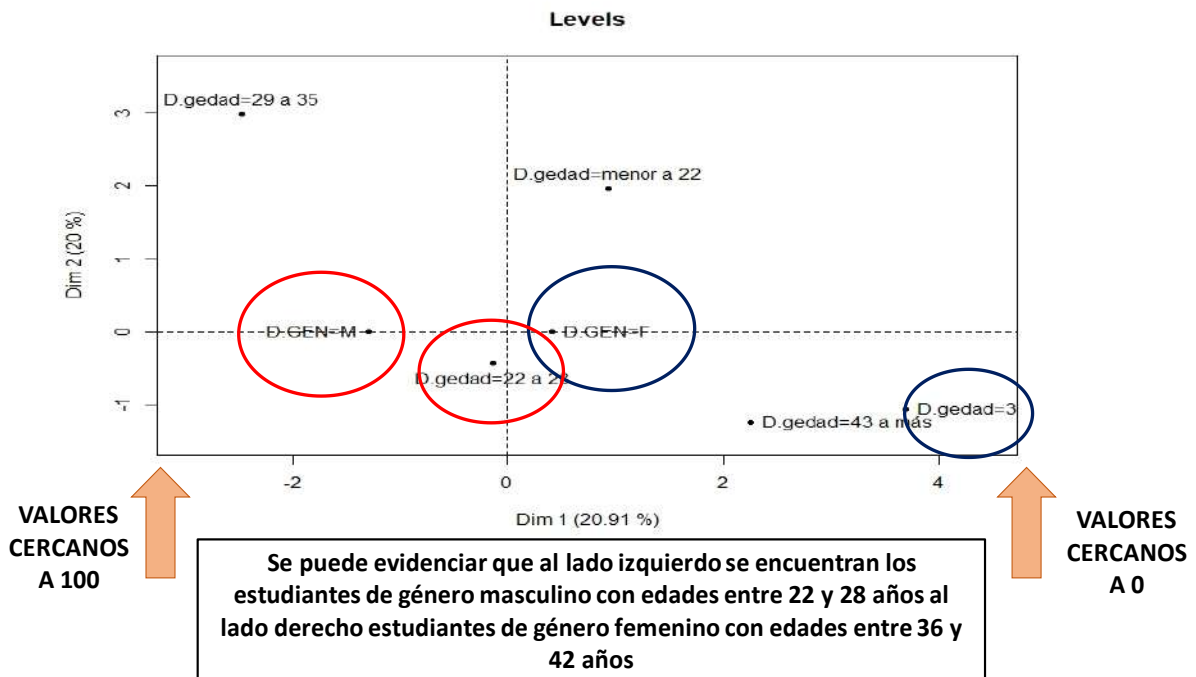


Gráfico 10 Análisis de correspondencias múltiples por grupos de referencia 2018  
Elaboración propia

```

73 T1=data.frame(D$gedad,D$GEN)
74 summary(T1)
75 mcaT1 <- PCAmix(X.quali=T1,rename.level=TRUE)
76 #mcaT1 <- PCAmix(X.quali=T1,rename.level=TRUE,graph=FALSE)
77 plot(mcaT1,choice="levels",main="Levels")
78 plot(mcaT1,choice="ind",main="Scores")
79 plot(mcaT1,choice="sqload",main="Correlation ratios")
80 head(mcaT1$eig[1:2,])
81 mcaT1$ind$coord
82 mcaT1$levels$coord
83 IT1=mcaT1$ind$coord[,1]
84 I1=round(((IT1-min(IT1))/(max(IT1)-min(IT1)))*100);I1
85 summary(I1)
86 coorT1=mcaT1$ind$coord[,1:2]
87 G1=data.frame(coorT1,I1)
88 ggplot(G1) + geom_label(aes(x = dim.1, y = dim.2 , label = factor(I1)))

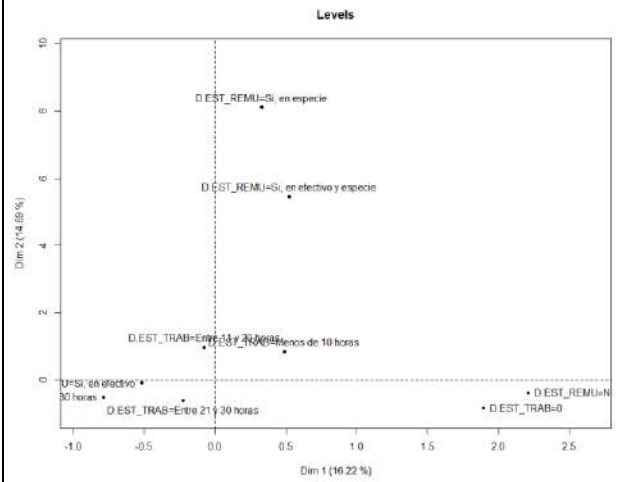
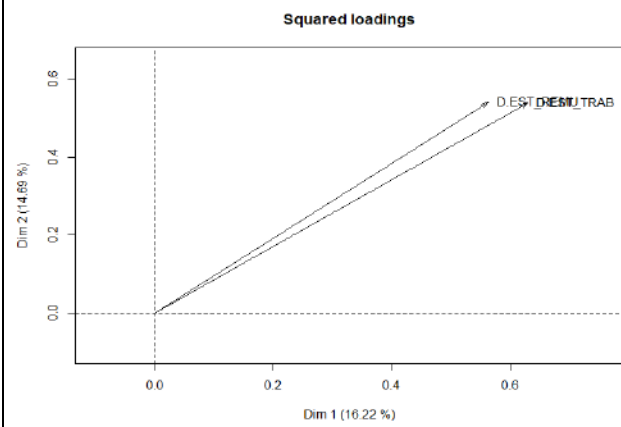
```

Tabla 23 Resultados del análisis de correspondencias múltiples área socioeconómica UDEC

MCA (Análisis de correspondencias múltiples)										
I2: Índice área socioeconómica										
summary(T3)										
	D. EST_REMU	D. EST_BECA	D. EST_CRED	D. EST_PADR	D. EST_PROP		D. EST_VMAT		D. EST_TRAB	
No	: 92	No :1031	No :979	No:386	No :541	Entre 1 millón y menos de 2.5 millones:	3 0		:127	
Si, en efectivo	:653	Si : 81	Si :133	Si:727	Si :571	Entre 500 mil y menos de 1 millón	:1099	Entre 11 y 20 horas:	256	
Si, en efectivo y especie	: 13	NA's: 1	NA's: 1		NA's: 1	Menos de 500 mil	: 11	Entre 21 y 30 horas:	202	
Si, en especie	: 3							Más de 30 horas	:318	
NA's	:352							Menos de 10 horas	:154	
								NA's	: 56	
I2A - ( Horas semanas trabajadas, Tipo remuneración): ISE_I										
Distribución del índice socioeconómico ISE_I UDEC										
Eigenvale Proportion Cumulative					summary(I3A)					
dim 1	1.194844	16.21980	16.21980		Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
dim 2	1.081802	14.68527	30.90507		0.00	10.00	13.00	22.04	24.00	100.00

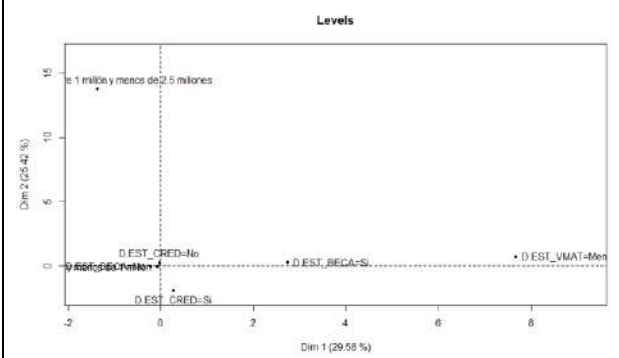
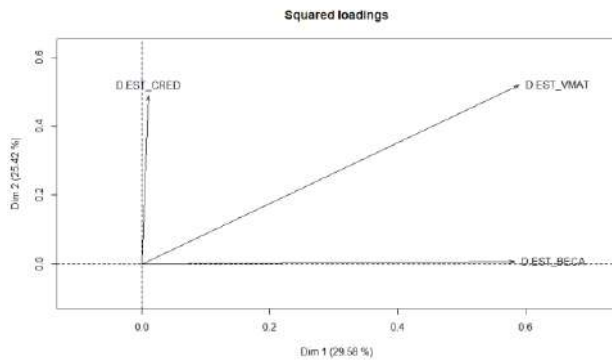
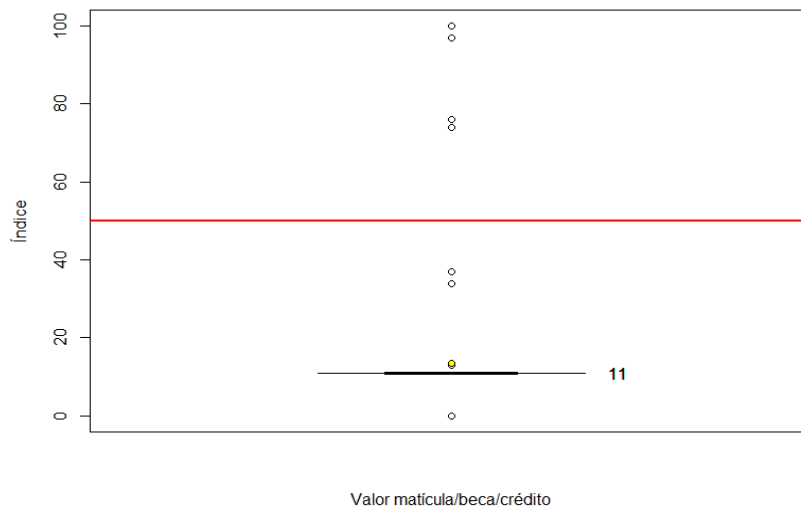
**MCA (Análisis de correspondencias múltiples)**

**I2: Índice área socioeconómica**



**I2B - (Pago matrícula beca, crédito y valor de la matrícula): ISE\_II**

**Distribución del índice socioeconómico ISE\_II UDEC**



MCA (Análisis de correspondencias múltiples)	
<b>I2: Índice área socioeconómica</b>	
Eigenvalue Proportion Cumulative dim 1 1.183854 29.58307 29.58307 dim 2 1.017101 25.41609 54.99916	<a href="#">summary(I3B)</a> Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max 0.00 11.00 11.00 13.52 11.00 100
<b>I2C - (Pago matrícula padres, propio): ISE_III</b>	
<b>Distribución del índice socioeconómico ISE_III UDEC</b>	
<b>Squared loadings</b>	<b>Levels</b>
Eigenvalue Proportion Cumulative dim 1 1.4904270 74.48789 74.48789 dim 2 0.5095736 25.46724 99.95512	<a href="#">summary(I3C)</a> Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. 0.00 0.00 49.00 42.85 100.00 100.00

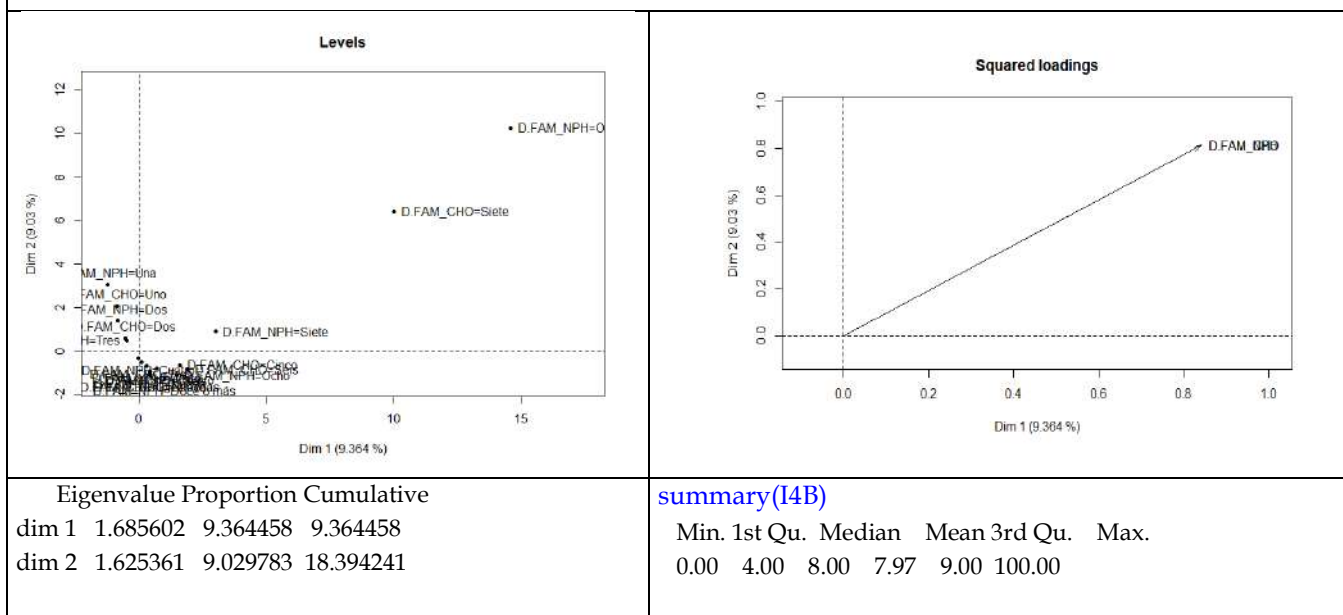
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Resultados del análisis de correspondencias múltiples área familiar UDEC

<b>MCA (Análisis de correspondencias múltiples)</b>	
<b>I3: Índice área familiar</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Distribución del índice familiar IFAM_I UDEC</b></p> <p style="text-align: center;">cabeza de hogar/personas a cargo</p>	<p style="text-align: right;"><a href="#">summary(T4A)</a></p> <p style="text-align: right;">D.FAM_HOG D.FAM_CAB D.FAM_NPC</p> <p>Es habitual o permanente :876 No:1041 Cinco : 6                      Es temporal por razones de estudio u otra razón:237 Si: 72 Cuatro : 3                      Dos :57                      Ninguna:897                      Tres :16                      Una :134</p>
<b>I3A - (Hogar actual, cabeza familia, personas a cargo): IAF_I</b>	
<p>Eigenvalue Proportion Cumulative</p> <p>dim 1 1.447864 20.68378 20.68378</p> <p>dim 2 1.047974 14.97105 35.65483</p>	<p>Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. 0.00 2.00 2.00                      12.27 3.00 100.00</p>
<p style="text-align: center;"><b>Levels</b></p> <p style="text-align: center;">Dim 1 (20.68%)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Squared loadings</b></p> <p style="text-align: center;">Dim 1 (20.68%)</p>
<b>I1B - (Personas hogar, cuartos hogar): IAF_II</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Distribución del índice familiar IFAM_II UDEC</b></p> <p style="text-align: center;">Personas en el hogar/ cuartos en el hogar</p>	<p style="text-align: right;"><a href="#">summary(T4B)</a></p> <p style="text-align: right;">D.FAM_NPH D.FAM_CHO</p> <p>Cuatro :368 Tres :498                      Tres :243 Dos :363                      Cinco :239 Cuatro :137                      Dos :115 Uno :67                      Seis :79 Cinco :30                      Siete :28 Seis :10                      (Other): 41 (Other): 8</p>

**MCA (Análisis de correspondencias múltiples)**

**I3: Índice área familiar**



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Resultados del análisis de correspondencias múltiples área académica UDEC

**MCA (Análisis de correspondencias múltiples)**

**I4: Índice área académica**

summary(T5A)

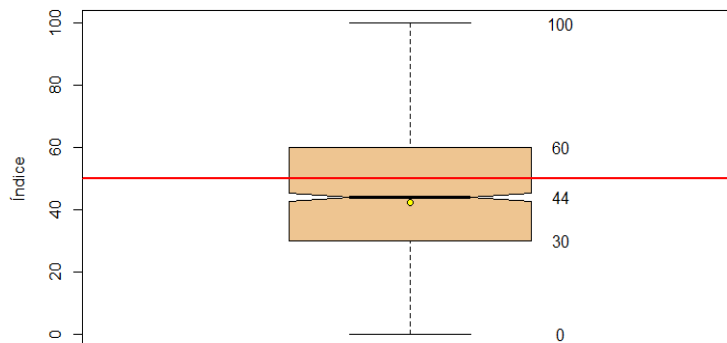
D.FAM_NLB	D.EST_DL	D.EST_DI
0 A 10 LIBROS :312	30 minutos o menos :447	Entre 1 y 3 horas:680
11 A 25 LIBROS :375	Entre 1 y 2 horas :110	Más de 4 horas :195
26 A 100 LIBROS :313	Entre 30 y 60 minutos :393	Menos de una hora:237
MÁS DE 100 LIBROS:113	Más de 2 horas :33	NA's : 1
No leo por entretenimiento:130		



MCA (Análisis de correspondencias múltiples)

I4: Índice área académica

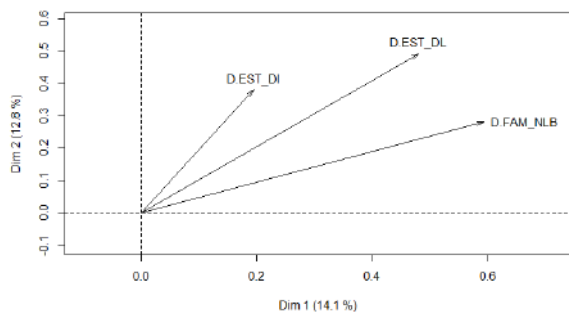
Distribución del índice académico IAA\_I UDEC



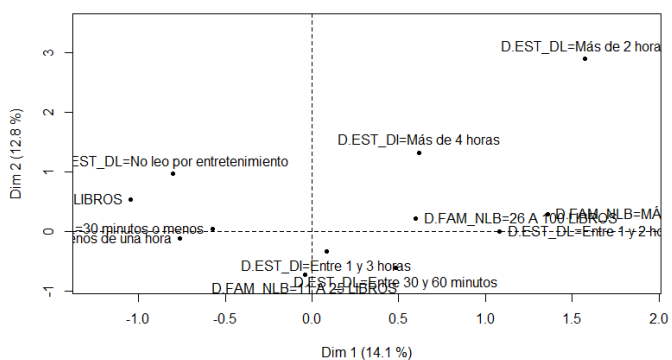
Dedicación a la lectura/ Número de libros/dedicación internet

I4A - (Número de libros, dedicación lectura, dedicación internet): IAA\_LDL

Squared loadings



Levels



Eigenvalue Proportion Cumulative

dim 1	1.268731	14.09561	14.09561
dim 2	1.152424	12.80343	26.89904

summary(I5A)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	0.00	30.00	44.00	42.41	60.00	100.00

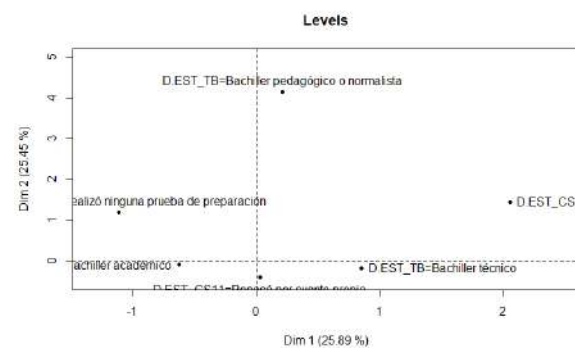
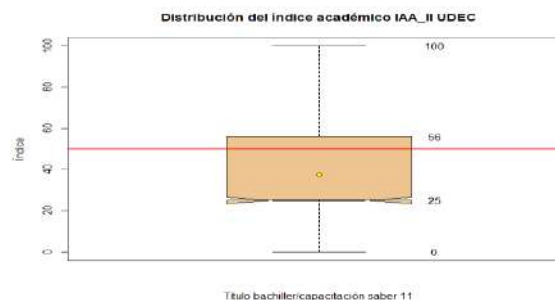
I4B - (Capacitación saber11, Título bachiller): IAA\_CTB

## MCA (Análisis de correspondencias múltiples)

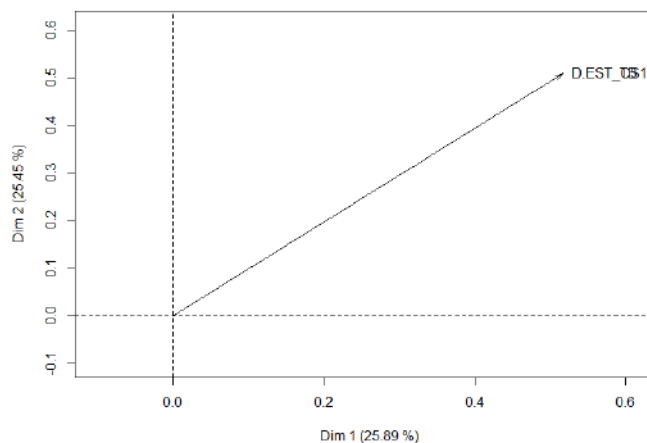
### I4: Índice área académica

summary(I5B)

D. EST\_CS11  
 No realizó ninguna prueba de preparación: 180  
 Repasó por cuenta propia : 849  
 Tomó un curso de preparación : 84  
 D. EST\_TB  
 Bachiller académico : 628  
 Bachiller pedagógico o normalista: 32  
 Bachiller técnico : 453



Correlation ratios



Eigenvalue Proportion Cumulative  
 dim 1 1.035499 25.88749 25.88749  
 dim 2 1.018043 25.45107 51.33855

summary(I5B)

Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
 0.00 25.00 25.00 37.43 56.00 100.00

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las descripciones de los índices obtenidos a partir de los análisis de correspondencias múltiples:

Tabla 26 Resumen análisis de los resultados de correspondencia principales indicador factores personales UDEC

FACTORES PERSONALES			
Área	Índice	Valores cercanos a "100"	Valores cercanos a "0"
Área Socio demográfica ASD	IE1: ISD_EG	Indica que el estudiante tiene una edad entre los 36 y 42 años y es de género femenino.	Indica que el estudiante tiene una edad entre los 22 y 28 años y es de género masculino.
	Edad_Género		

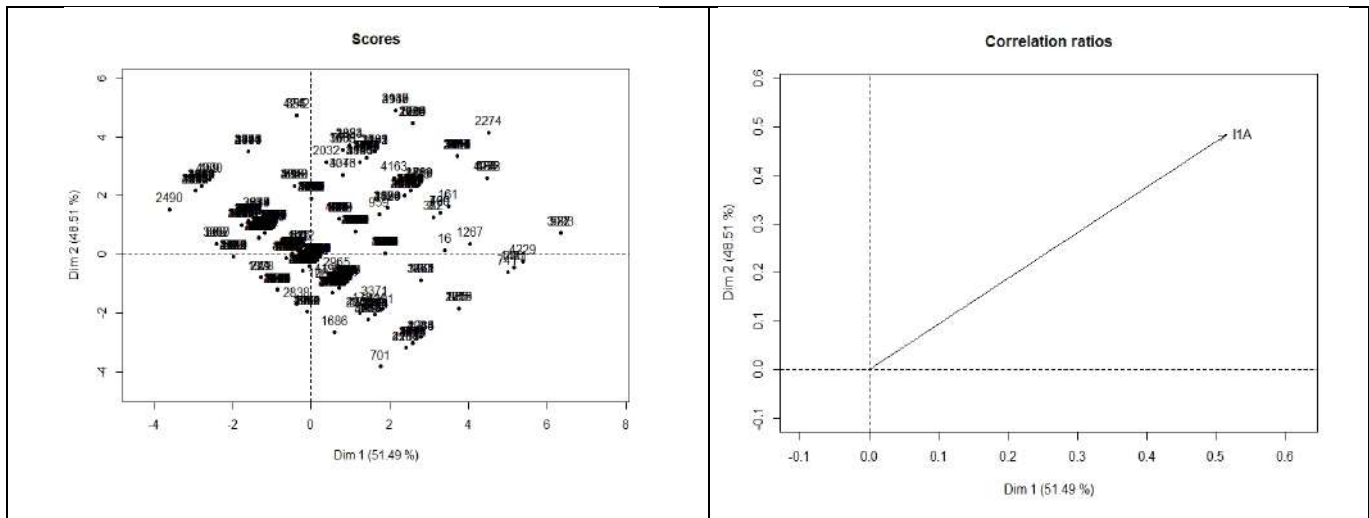
FACTORES PERSONALES			
Área	Índice	Valores cercanos a "100"	Valores cercanos a "0"
	IE2: ISD_EE Etnia_Estrato	Indica que el estudiante no pertenece a grupo étnico y se encuentra entre los estratos 2 y 3.	Indica que el estudiante pertenece a un grupo étnico y se encuentra en el estrato 2.
	IE3: IAF_I Hogar actual _cabeza familia_ personas cargo.	Indica que el estudiante vive de manera temporal por razones de estudio u otra razón; o es cabeza de familia y tiene entre dos y cuatro personas a cargo.	Indica que el estudiante vive en su hogar de manera permanente o habitual, no es cabeza de familia ni tiene personas a cargo.
Área Familiar	IE4: IAF_II Personas hogar_# de cuartos.	Indica que el estudiante vive entre cuatro y ocho personas en tres y seis habitaciones.	Indica que el estudiante vive solo en una habitación o cuarto.
	IE5: ISE_I Horas trabajo semanal_ Tipo remuneración.	Indica que el estudiante no trabaja, ni recibe ningún tipo de remuneración.	Indica que el estudiante tiene un trabajo remunerado en efectivo, con más de 30 horas semanales
Área socio económica	IE6: ISE_II Beca_ crédito_ valor de la matrícula.	Indica que el estudiante solicitó crédito para el pago de la matrícula y/o contó con algún tipo de beca; el valor de la matrícula está por debajo de los 500 mil pesos.	Indica que el estudiante no solicitó crédito para el pago de matrícula, y cuya matrícula oscila entre 500 mil pesos y un 1 millón de pesos.
	IE7: ISE_II Pago matrícula padres_ por cuenta propia.	Indica que el estudiante asume el pago de la matrícula.	Indica que el pago de la matrícula la asume los padres de familia.
	IE8: IAA_LDL # de libros_ Dedicación lectura	Indica que el estudiante tiene en su hogar entre 26 hasta 100 libros, se dedica a la lectura por lo menos 2 horas y más de 4 horas al internet, a la semana.	Indica que el estudiante cuenta con menos de 10 libros en su hogar, no le dedica tiempo a la lectura y dedica por lo menos una hora al internet.
Área Académica	IE9: IAA_CTB		

FACTORES PERSONALES			
Área	Índice	Valores cercanos a "100"	Valores cercanos a "0"
	Capacitación saber 11_Título bachiller	Indica que el estudiante realizó el bachillerato en instituciones normalistas/académico y tomó un curso de preparación para las pruebas saber 11.	Indica que el estudiante realizó sus estudios de bachillerato académico y no realizó curso de preparación de las pruebas saber 11.
	Dedicación internet_metodología_programa		
Área socio económica ICFES	INSE	Indica que el estudiante se caracteriza por la posesión de computador, automóvil particular, contar con servicio de internet y poseer una consola de videojuegos. En lo referente a la educación de los padres, la característica predominante es que la madre suele tener un nivel educativo de carrera profesional terminada como máximo nivel educativo.	Indica que el estudiante no cuenta con servicio de internet ni tener computador, horno microondas, ni lavadora. Típicamente la educación de la madre es primaria incompleta.
	Nivel educativo de los padres_ ocupación de los padres_ dotación del hogar.		

Elaboración propia

Tabla 27 Resultados análisis de componentes principales indicador sociodemográfico UDEC

PCA (Análisis de componentes principales)	
PCA1: Indicador área sociodemográfica (I_ASD)	
Eigenvalue Proportion Cumulative	<a href="#">summary(I_ASD)</a>
dim 1 1.0298072 51.49036 51.49036	Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
dim 2 0.9701928 48.50964 100.00000	0.00 34.00 36.00 36.28 42.00 100.00



Fuente: Elaboración propia

```

119 pcaT <- PCAmix(data.frame(I1,I1A))
120 pcaT <- PCAmix(data.frame(I1,I1A),graph=FALSE)
121 plot(pcaT,choice="ind",main="Scores")
122 plot(pcaT,choice="sqload",main="Correlation ratios")
123 head(pcaT$eig[1:2,])
124 IT=pcaT$ind$coord[,1]
125 I_ASD=round((((IT-min(IT))/(max(IT)-min(IT))))*100);I_ASD
126 summary(I_ASD)
127 coorPT1=pcaT$ind$coord[,1:2]
128 G=data.frame(coorPT1,I_ASD)
129 ggplot(G) + geom_label(aes(x = dim.1, y = dim.2 , label = factor(I_ASD)))

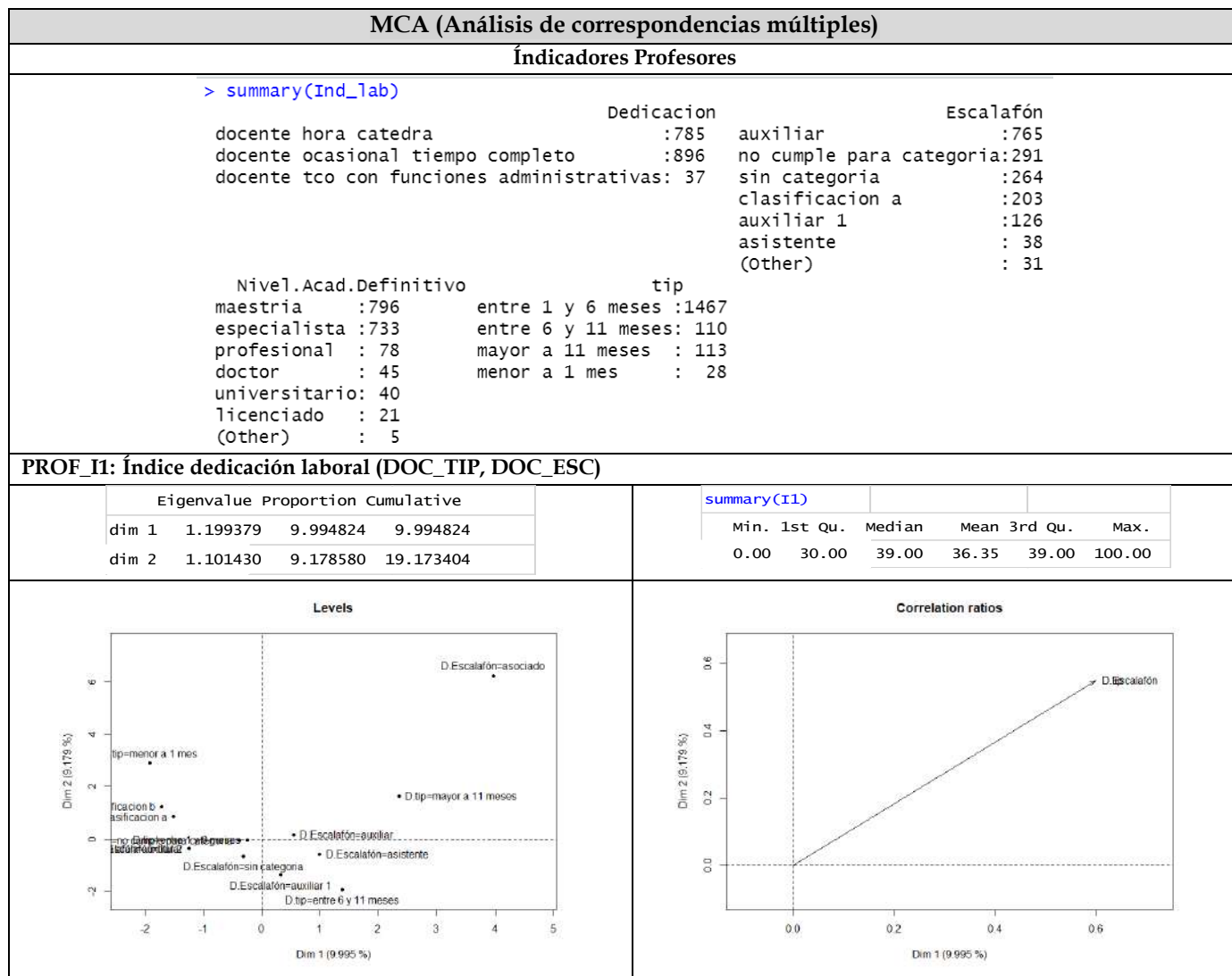
```

### 3.1.2. Modelado de índices institucionales

Los factores institucionales se abordaron desde docencia e infraestructura, aplicando las metodologías MCA y PCA con los resultados que se indican a continuación:

- DOC\_TIP variable tipo de contrato
- DOC-DED variable dedicación
- DOC\_ESC variable escalafón
- DOC\_NA variable nivel académico

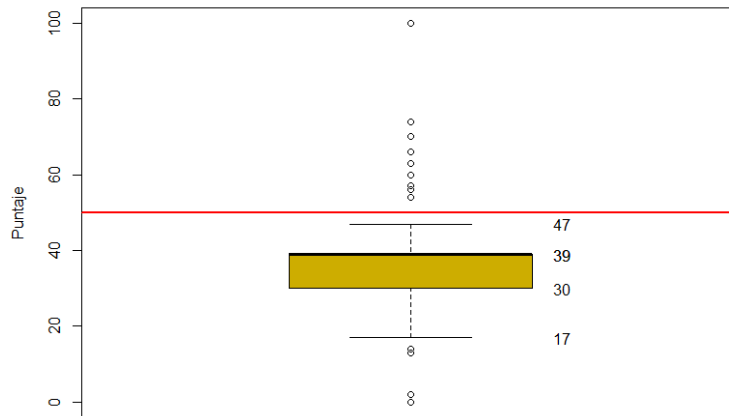
Tabla 28 Resultados del análisis de correspondencias múltiples profesores UDEC



## MCA (Análisis de correspondencias múltiples)

### Indicadores Profesores

Indicador tipo contrato y escalafón



Indicador PROF\_11

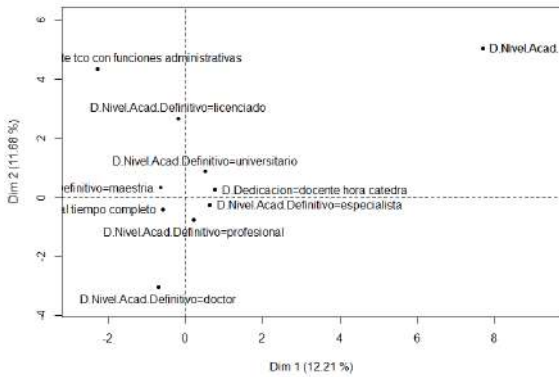
### PROF\_I2: Índice de formación profesional (DOC\_DED, DOC\_NA)

	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
dim 1	1.099334	12.21482	12.21482
dim 2	1.051188	11.67986	23.89469

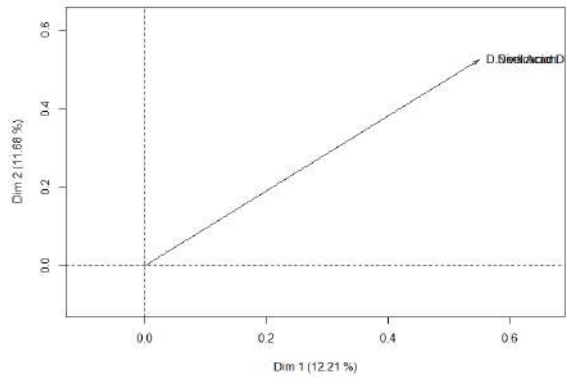
summary(I1A)

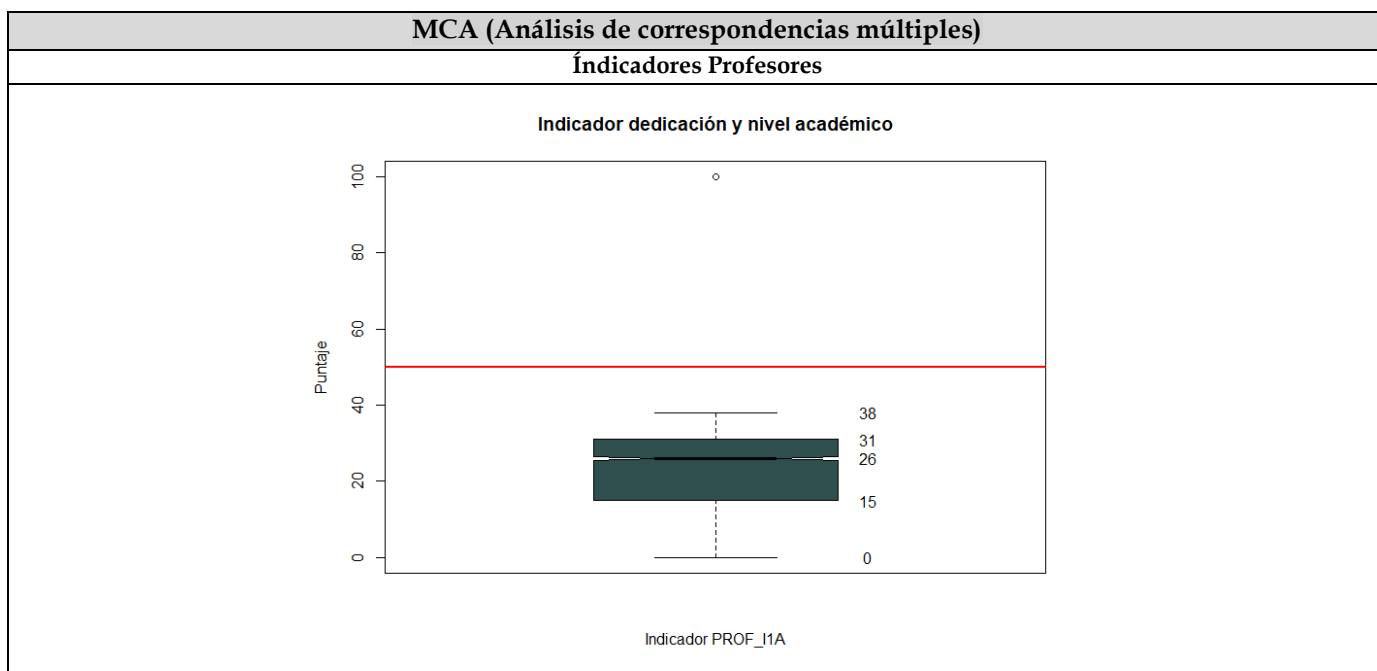
Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0.00	15.00	26.00	25.64	31.00	100.00

Levels



Correlation ratios





Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Análisis factores profesores UDEC

FACTORES INSTITUCIONALES			
Área	Índice	Valores cercanos a "100"	Valores cercanos a "0"
<b>Docentes</b>	PROF_I1 Tipo de contrato y escalafón	Indica que el profesor tiene un de contrato laboral mayor a 11 meses y un nivel en el escalafón de asociado.	Indica que el profesor tiene un contrato menor a un mes y un nivel en escalafón de clasificación b.
	PRFO_I1A Dedicación Nivel de formación	Indica que el profesor tiene un nivel de formación de bachiller o candidato a título y como docente de hora cátedra.	Indica que el profesor tiene un nivel de formación de maestría y está escalafonado como docente de tiempo completo con funciones administrativas.

Con base a las siguientes variables se obtuvieron los índices de infraestructura:

Tabla 30. Variables de infraestructura UDEC

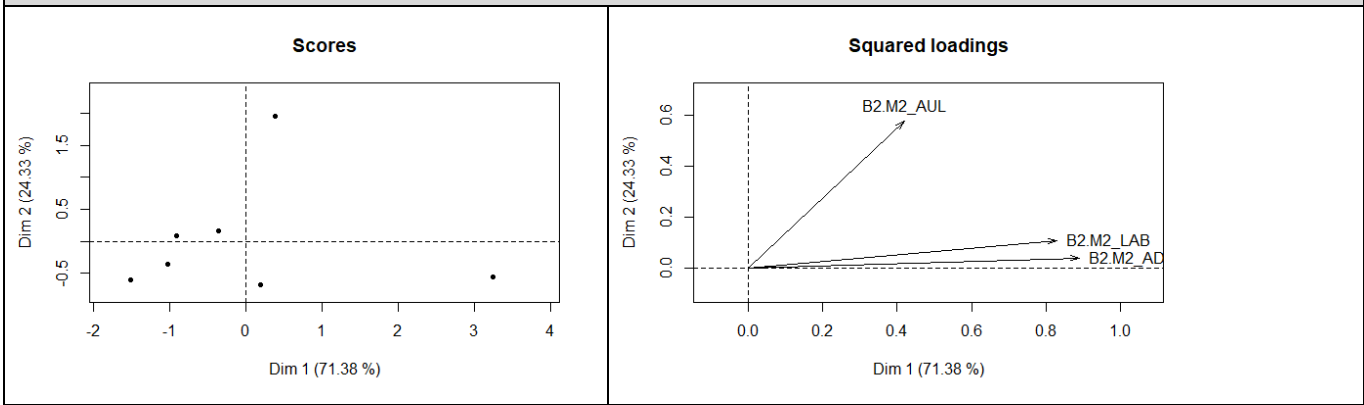
<i>M2 de área total construida</i>	<b>M2_ATC</b>
<i>M2 de área desarrollo funciones sustantivas</i>	M2_DFS
<i>M2 actividades deportivas</i>	M2_AD
<i>M2 aulas</i>	M2_AUL
<i>M2 laboratorios</i>	M2_LAB
<i>Número de aulas</i>	NRO_AU
<i>Número de asientos por aula</i>	NRO_ATC
<i>Cantidad de espacios físicos</i>	CANT_EF
<i>Cantidad equipos cómputo</i>	CANT_EC
<i>Capacidad_ espacios físicos</i>	CAP_EF



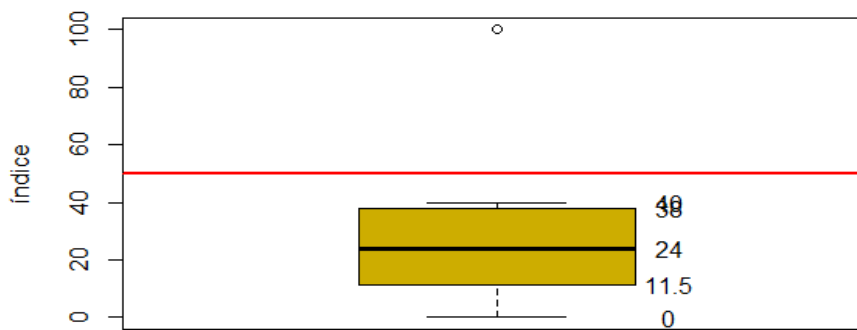
Tabla 31 Resultados del análisis de componentes principales infraestructura UDEC

INDICE DE INFRAESTRUCTURA						
<b>INFRA_1: Índice de infraestructura 1 (M2_ATC, M2_DFS)</b>						
Eigenvalue Proportion Cumulative			summary(c1)			
dim 1	1.96177286	98.088643	98.08864	Min.	1st Qu.	Median
dim 2	0.03822714	1.911357	100.00000	Mean	3rd Qu.	Max.
				0.00	19.00	24.00
				35.29	42.50	100.00
<b>Área total construida vs Funciones sustantivas</b>						
INFRA_1						
<b>INFRA_2: Índice de infraestructura 2 (M2_AD, M2_AUL, M2_LAB)</b>						
Eigenvalue Proportion Cumulative			summary(c2)			
dim 1	2.1412931	71.37644	71.37644	Min.	1st Qu.	Median
dim 2	0.7297999	24.32666	95.70310	Mean	3rd Qu.	Max.
				0.00	11.50	24.00
				31.86	38.00	100.00

### INDICE DE INFRAESTRUCTURA



### Indicador Act. Deportivas vs aulas vs laboratorios



INFRA\_2

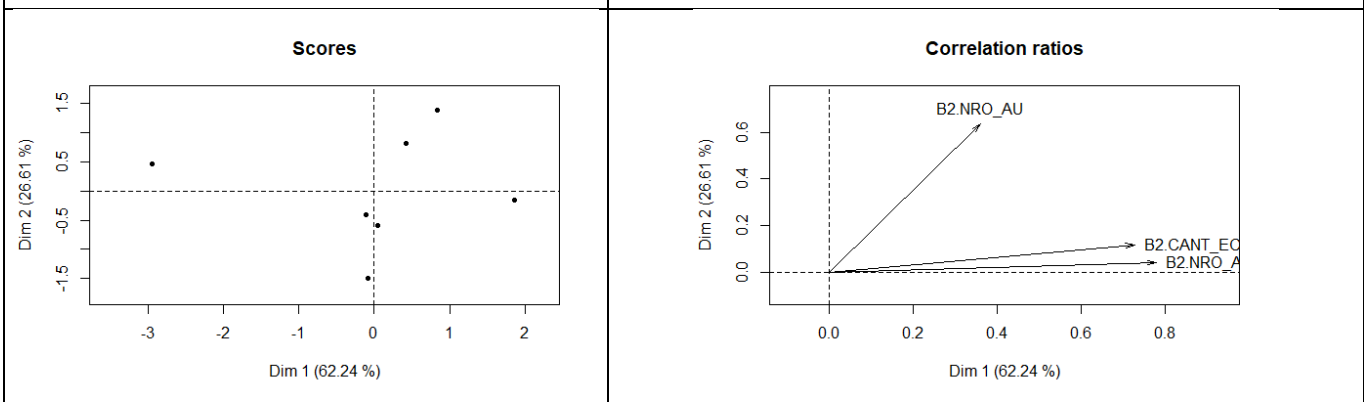
### INDICE DE INFRAESTRUCTURA

#### INFRA\_3: Índice de infraestructura 3 (NRO\_AU, NRO\_ATC, CANT\_EC)

Eigenvalue Proportion Cumulative  
 dim 1 1.8670557 62.23519 62.23519  
 dim 2 0.7982598 26.60866 88.84385

[summary\(C3\)](#)

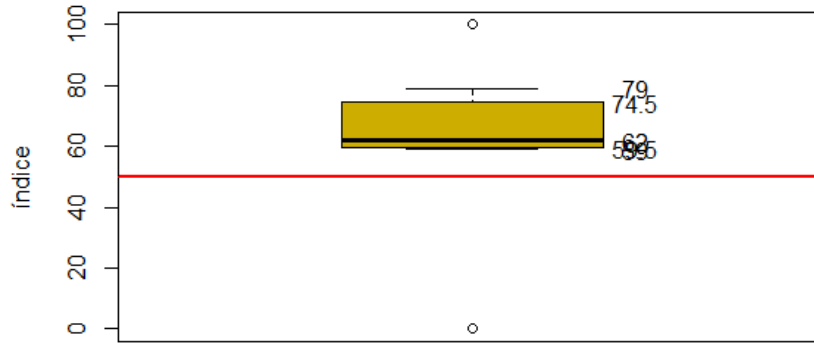
Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0.00	59.50	62.00	61.43	74.50	100.00



**INDICE DE INFRAESTRUCTURA**

**INFRA\_3: Índice de infraestructura 3 (NRO\_AU, NRO\_ATC, CANT\_EC)**

**Cantidad aulas, asientos, equipos cómputo**



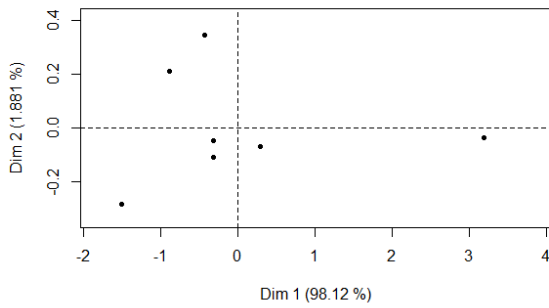
INFRA\_3

**INFRA\_4: Índice de infraestructura 4 (CANT\_EF, CAP\_EF)**

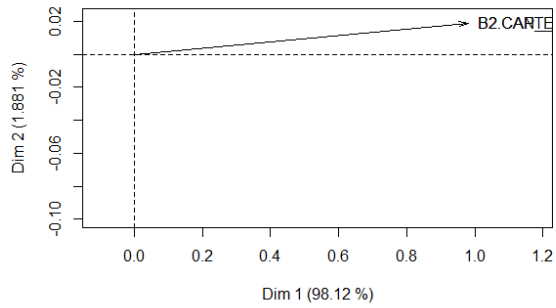
	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
dim 1	1.96237869	98.118935	98.11893
dim 2	0.03762131	1.881065	100.00000

summary(C4)						
Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	
0.0	18.0	25.0	32.0	31.5	100.0	

**Scores**



**Correlation ratios**



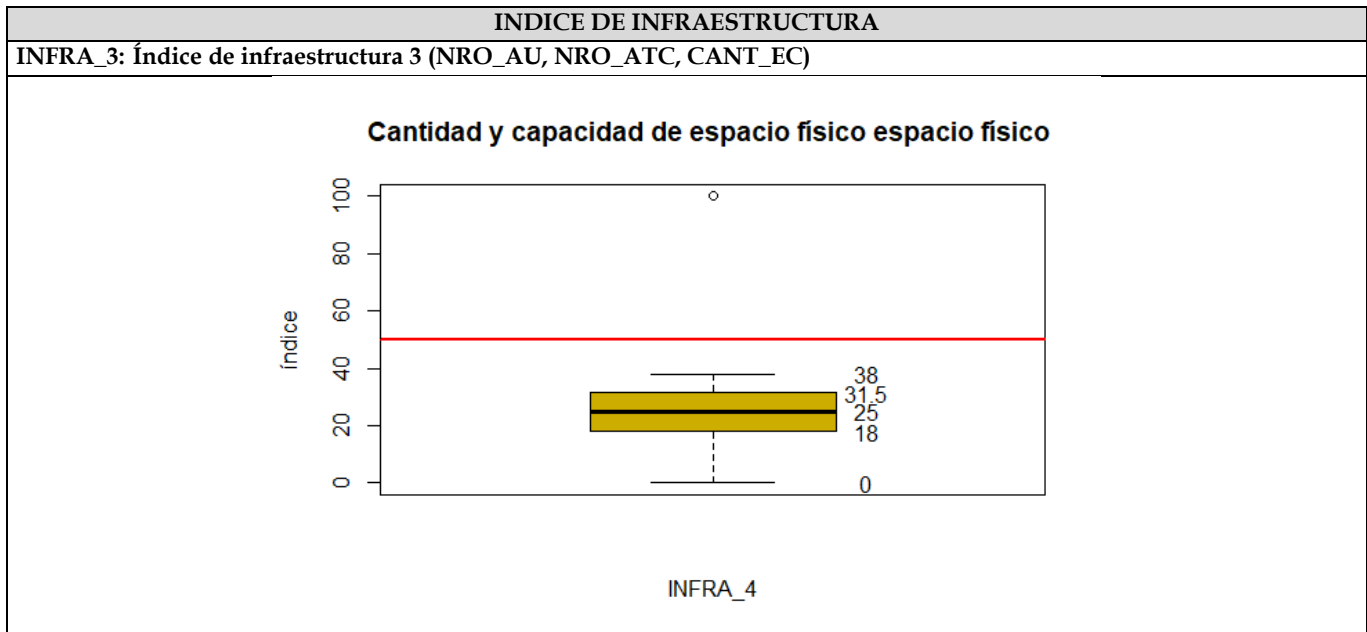


Tabla 32 Análisis factores infraestructura UDEC

Infraestructura			
Área	Índice	Valores cercanos a "100"	Valores cercanos a "0"
Infraestructura	INF_1	Indica que tiene el área total construida y un área para funciones sustantivas mayor	Indica que tiene el área total construida y un área para funciones sustantivas menor
	INF_2	Indica que tiene el área mayor para actividades deportivas, aulas y laboratorios	Indica que tiene el área menor para actividades deportivas, aulas y laboratorios
	INF_3	Indica que tiene un número de aulas, número de asientos y cantidad de equipos mayor	Indica que tiene un número de aulas, número de asientos y cantidad de equipos menor
	INF_4	Indica que tiene una mayor cantidad y capacidad de espacios físicos	Indica que tiene una mayor cantidad y capacidad de espacios físicos

### 3.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA PARA LA MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO

La regresión logística es una técnica analítica que permite relacionar una variable dicotómica con un conjunto de variables independientes, en este caso la variable dicotómica corresponde a la variable zona de crecimiento; por lo anterior, el modelo permite relacionar la clasificación de individuos dentro del grupo '1' (estudiantes en zona de crecimiento) o del grupo '0' (estudiantes en zona de no crecimiento) a partir del grado de dependencia con cada uno de los factores (personales e institucionales), cuantificado por medio de los coeficientes  $\beta_q$  con  $q = 1, 2, \dots, k$ , asociados a cada uno de los  $k$  indicadores como se indica en la figura y en la siguiente ecuación:

$$P(\text{Zona de crecimiento}) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 I_1 + \beta_2 I_2 + \dots + \beta_k I_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 I_1 + \beta_2 I_2 + \dots + \beta_k I_k}}$$

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \text{ donde } p = P(\text{Zona de crecimiento})$$

$$* w = \beta_0 + \beta_1 I_1 + \beta_2 I_2 + \dots + \beta_k I_k$$

En la ecuación anterior, si los valores de  $w$  \* son positivos y grandes más alta es la probabilidad de que un estudiante se encuentre clasificado en la zona de crecimiento (grupo '1') mientras que para valores de  $w$  negativos y pequeños es más alta la probabilidad de que un estudiante se encuentre clasificado en la zona de no crecimiento (grupo '0'), lo anterior siempre y cuando los indicadores  $I_q$  con  $q = 1, 2, \dots, k$  tengan la misma unidad de medida como se propuso en la sección anterior.

La propuesta radica en obtener beneficio de la magnitud de cada uno de los coeficientes  $\beta_q$  de la ecuación  $w$ , por medio de la asignación de las medidas de los **Odds ratio**.

Particularmente en lugar de interpretar cada  $\beta_i$  se interpreta **Odds ratio** $_{X_i} = e^{\beta_i}$  asumiendo las demás variables constantes. Un signo positivo en el exponente provoca un aumento en la probabilidad de ocurrencia de que un estudiante se encuentre en Zona de crecimiento, un signo negativo reduce dicha probabilidad.

- Un valor mayor que 1 indica que si el factor aumenta se genera un aumento en la probabilidad de ocurrencia de que un estudiante se encuentre en Zona de crecimiento.
- Un valor menor que 1 indica que si el factor aumenta se reduce la probabilidad de ocurrencia de que un estudiante se encuentre en Zona de crecimiento.

Con base a lo anterior, se puede concluir que el valor agregado desde la perspectiva del modelo logístico se traduce en:

*Observar si los factores institucionales generan o no un aumento en la probabilidad de que el estudiante aumente el crecimiento de sus conocimientos (se encuentre en Zona de Crecimiento) y cuál es su magnitud, a partir del valor de Odds ratio correspondiente al factor de interés.*

### 3.2.1 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA A PARTIR DE ÍNDICES

A continuación, se presentan los modelos de regresión logística con las respectivas estimaciones significativas y odds ratio, en donde se tomaron los índices y variables ficticias:

Modelo 1 Razonamiento Cuantitativo		Modelo 2 Razonamiento Cuantitativo																																							
Optimization terminated successfully. Current function value: 0.679356 Iterations 4		Optimization terminated successfully. Current function value: 0.679574 Iterations 4																																							
Results: Logit		Results: Logit																																							
===== Model: Logit Pseudo R-squared: 0.014 Dependent Variable: vacrecl AIC: 4119.5694 Date: 2020-02-23 12:31 BIC: 4233.7157 No. Observations: 3004 Log-Likelihood: -2040.8 Df Model: 18 LL-Null: -2069.9 Df Residuals: 2985 LLR p-value: 3.9893e-06 Converged: 1.0000 Scale: 1.0000 No. Iterations: 4.0000 =====		===== Model: Logit Pseudo R-squared: 0.014 Dependent Variable: vacrecl AIC: 4114.8826 Date: 2020-02-23 12:36 BIC: 4211.0058 No. Observations: 3004 Log-Likelihood: -2041.4 Df Model: 15 LL-Null: -2069.9 Df Residuals: 2988 LLR p-value: 8.5890e-07 Converged: 1.0000 Scale: 1.0000 No. Iterations: 4.0000 =====																																							
===== Coef. Std.Err. z P> z  [0.025 0.975] =====		===== Coef. Std.Err. z P> z  [0.025 0.975] =====																																							
ESTRA -0.0468 0.0490 -0.9543 0.3399 -0.1429 0.0493 IE1 -0.0041 0.0019 -2.1031 0.0355 -0.0079 -0.0003 IE3 -0.0022 0.0013 -1.7459 0.0808 -0.0046 0.0003 IE4 -0.0082 0.0031 -2.6551 0.0079 -0.0142 -0.0021 IE6 0.0022 0.0016 1.3309 0.1832 -0.0010 0.0053 IE7 0.0040 0.0035 1.1286 0.2590 -0.0029 0.0109 IE8 0.0013 0.0017 0.7547 0.4504 -0.0021 0.0046 IE9 -0.0024 0.0019 -1.2569 0.2088 -0.0061 0.0013 CANT_EC -0.0034 0.0018 -1.8476 0.0647 -0.0069 0.0002 CANT_EF -0.0127 0.0140 -0.9042 0.3659 -0.0401 0.0148 CAP_EF -0.0005 0.0006 -0.8673 0.3858 -0.0016 0.0006 Inf1 -0.0117 0.0137 -0.8503 0.3951 -0.0386 0.0152 Inf2 -0.0180 0.0062 -2.9082 0.0036 -0.0301 -0.0059 Inf3 0.0118 0.0106 1.1131 0.2657 -0.0090 0.0325 Inf4 0.0646 0.0275 2.3476 0.0189 0.0107 0.1185 HORAS DOCENCIA -0.0336 0.3115 -0.1078 0.9141 -0.6440 0.5769 HORAS LECTIVAS -0.3141 0.2743 1.1448 0.2523 -0.8517 0.2236 HORAS INVESTIGACION -0.2612 0.2728 -0.9575 0.3383 -0.7960 0.2735 HORAS TOTALES 0.6616 0.2724 2.4291 0.0151 0.1278 1.1955 =====		ESTRA -0.0533 0.0484 -1.1000 0.2714 -0.1482 0.0416 IE1 -0.0039 0.0019 -2.0232 0.0431 -0.0077 -0.0001 IE3 -0.0022 0.0013 -1.7935 0.0729 -0.0047 0.0002 IE4 -0.0078 0.0030 -2.5723 0.0101 -0.0138 -0.0019 IE6 0.0021 0.0016 1.3018 0.1930 -0.0011 0.0053 IE7 0.0042 0.0035 1.1920 0.2333 -0.0027 0.0111 IE9 -0.0025 0.0019 -1.3439 0.1790 -0.0062 0.0012 CANT_EC -0.0040 0.0016 -2.4837 0.0130 -0.0072 -0.0008 CANT_EF -0.0106 0.0132 -0.7978 0.4250 -0.0365 0.0154 Inf1 -0.0122 0.0137 -0.8921 0.3723 -0.0390 0.0146 Inf2 -0.0191 0.0061 -3.1485 0.0016 -0.0310 -0.0072 Inf3 0.0071 0.0091 0.7788 0.4361 -0.0107 0.0249 Inf4 0.0511 0.0229 2.2301 0.0257 0.0062 0.0959 HORAS LECTIVAS -0.3044 0.2357 -1.2915 0.1965 -0.7664 0.1576 HORAS INVESTIGACION -0.2665 0.2413 -1.1042 0.2695 -0.7395 0.2065 HORAS TOTALES 0.6182 0.1906 3.2443 0.0012 0.2448 0.9917 =====																																							
Modelo 1		Modelo 2																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coef.</th> <th>Odds ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IE1</td> <td>-0.0041</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>IE4</td> <td>-0.0082</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>Inf2</td> <td>-0.018</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>Inf4</td> <td>0.00646</td> <td>1.01</td> </tr> <tr> <td>Horas totales PROF</td> <td>0.6616</td> <td>1.94</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Coef.	Odds ratio	IE1	-0.0041	1.00	IE4	-0.0082	0.99	Inf2	-0.018	0.98	Inf4	0.00646	1.01	Horas totales PROF	0.6616	1.94	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coef.</th> <th>Odds ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IE1</td> <td>-0.0039</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>IE4</td> <td>-0.0078</td> <td>0.99</td> </tr> <tr> <td>CANT_EC</td> <td>-0.004</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Inf2</td> <td>-0.0191</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>Inf4</td> <td>0.0511</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>Horas totales</td> <td>0.6182</td> <td>1.86</td> </tr> </tbody> </table>		Variable	Coef.	Odds ratio	IE1	-0.0039	1.00	IE4	-0.0078	0.99	CANT_EC	-0.004	1.00	Inf2	-0.0191	0.98	Inf4	0.0511	1.05	Horas totales	0.6182	1.86
Variable	Coef.	Odds ratio																																							
IE1	-0.0041	1.00																																							
IE4	-0.0082	0.99																																							
Inf2	-0.018	0.98																																							
Inf4	0.00646	1.01																																							
Horas totales PROF	0.6616	1.94																																							
Variable	Coef.	Odds ratio																																							
IE1	-0.0039	1.00																																							
IE4	-0.0078	0.99																																							
CANT_EC	-0.004	1.00																																							
Inf2	-0.0191	0.98																																							
Inf4	0.0511	1.05																																							
Horas totales	0.6182	1.86																																							
<p><b>Interpretación:</b> El factor IE1 indica que por cada punto que se incrementa en la edad del estudiante y en especial para el género masculino (estudiante tiene una edad entre los 22 y 28 años y es de género masculino.), aumenta 1.00 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en zona de crecimiento.</p> <p>El factor Inf4 indica que por cada punto que se aumente en la cantidad o capacidad de espacios físicos aumenta en 1 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en la zona de crecimiento.</p> <p>El factor 'Horas Totales Profesores' indica que si aumenta la cantidad de profesores con tiempo de completo o disponibilidad completa aumenta en 1.94 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en la zona de crecimiento.</p>		<p><b>Interpretación:</b> El factor IE1, Inf4 y Horas totales tienen la misma interpretación del modelo 1, es de anotar que el IE4 ya no es suficientemente explicativa para el crecimiento del conocimiento del estudiante.</p> <p>El factor CANT_EC indica que por cada punto que se aumente en la cantidad de equipos de cómputo aumenta en 1 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en la zona de crecimiento.</p>																																							

Fuente: Elaboración propia 2020.

Modelo 3 Razonamiento Cuantitativo	Modelo 4 Razonamiento Cuantitativo																																																																																																																																																																																																																																																					
<p>Optimization terminated successfully. Current function value: 0.680571 Iterations 5</p> <p style="text-align: center;">Results: Logit</p> <pre> ----- Model:                Logit                Pseudo R-squared:  0.012 Dependent Variable:   vacrecl                AIC:               4118.8696 Date:                 2020-02-23 13:06          BIC:               4208.9851 No. Observations:    3004                Log-Likelihood:    -2044.4 Df Model:             14                LL-Null:           -2069.9 Df Residuals:         2989                LLR p-value:       4.3181e-06 Converged:            1.0000                Scale:             1.0000 No. Iterations:       5.0000 ----- </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coef.</th> <th>Std.Err.</th> <th>z</th> <th>P&gt; z </th> <th>[0.025</th> <th>0.975]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>EDAD</td><td>-0.0388</td><td>0.0231</td><td>-1.6835</td><td>0.0923</td><td>-0.0840</td><td>0.0064</td></tr> <tr><td>PERIODO</td><td>0.0176</td><td>0.0073</td><td>2.4233</td><td>0.0154</td><td>0.0034</td><td>0.0318</td></tr> <tr><td>ETNIA</td><td>-0.0459</td><td>0.3399</td><td>-0.1351</td><td>0.8925</td><td>-0.7121</td><td>0.6203</td></tr> <tr><td>ESTRA</td><td>-0.0356</td><td>0.0489</td><td>-0.7295</td><td>0.4657</td><td>-0.1314</td><td>0.0601</td></tr> <tr><td>M2_AD</td><td>0.0592</td><td>0.0244</td><td>2.4219</td><td>0.0154</td><td>0.0113</td><td>0.1071</td></tr> <tr><td>M2_AUL</td><td>-0.0158</td><td>0.0065</td><td>-2.4400</td><td>0.0147</td><td>-0.0284</td><td>-0.0031</td></tr> <tr><td>M2_LAB</td><td>-0.3060</td><td>0.1262</td><td>-2.4250</td><td>0.0153</td><td>-0.5534</td><td>-0.0587</td></tr> <tr><td>NRO_ATC</td><td>38.6294</td><td>15.9391</td><td>2.4236</td><td>0.0154</td><td>7.3893</td><td>69.8695</td></tr> <tr><td>CANT_EC</td><td>-3.3742</td><td>1.3916</td><td>-2.4246</td><td>0.0153</td><td>-6.1017</td><td>-0.6466</td></tr> <tr><td>CANT_EF</td><td>-7.5794</td><td>3.1359</td><td>-2.4170</td><td>0.0157</td><td>-13.7257</td><td>-1.4331</td></tr> <tr><td>CAP_EF</td><td>-0.4276</td><td>0.1767</td><td>-2.4196</td><td>0.0155</td><td>-0.7739</td><td>-0.0812</td></tr> <tr><td>TITULO</td><td>-0.1113</td><td>0.0433</td><td>-2.5689</td><td>0.0102</td><td>-0.1962</td><td>-0.0264</td></tr> <tr><td>HORAS DOCENCIA</td><td>-0.2264</td><td>0.2525</td><td>-0.8964</td><td>0.3700</td><td>-0.7213</td><td>0.2686</td></tr> <tr><td>HORAS PROYECCION</td><td>0.0064</td><td>0.2789</td><td>0.0231</td><td>0.9816</td><td>-0.5402</td><td>0.5531</td></tr> <tr><td>HORAS TOTALES</td><td>0.5517</td><td>0.2209</td><td>2.4977</td><td>0.0125</td><td>0.1188</td><td>0.9846</td></tr> </tbody> </table>		Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]	EDAD	-0.0388	0.0231	-1.6835	0.0923	-0.0840	0.0064	PERIODO	0.0176	0.0073	2.4233	0.0154	0.0034	0.0318	ETNIA	-0.0459	0.3399	-0.1351	0.8925	-0.7121	0.6203	ESTRA	-0.0356	0.0489	-0.7295	0.4657	-0.1314	0.0601	M2_AD	0.0592	0.0244	2.4219	0.0154	0.0113	0.1071	M2_AUL	-0.0158	0.0065	-2.4400	0.0147	-0.0284	-0.0031	M2_LAB	-0.3060	0.1262	-2.4250	0.0153	-0.5534	-0.0587	NRO_ATC	38.6294	15.9391	2.4236	0.0154	7.3893	69.8695	CANT_EC	-3.3742	1.3916	-2.4246	0.0153	-6.1017	-0.6466	CANT_EF	-7.5794	3.1359	-2.4170	0.0157	-13.7257	-1.4331	CAP_EF	-0.4276	0.1767	-2.4196	0.0155	-0.7739	-0.0812	TITULO	-0.1113	0.0433	-2.5689	0.0102	-0.1962	-0.0264	HORAS DOCENCIA	-0.2264	0.2525	-0.8964	0.3700	-0.7213	0.2686	HORAS PROYECCION	0.0064	0.2789	0.0231	0.9816	-0.5402	0.5531	HORAS TOTALES	0.5517	0.2209	2.4977	0.0125	0.1188	0.9846	<p>Optimization terminated successfully. Current function value: 0.678633 Iterations 5</p> <p style="text-align: center;">Results: Logit</p> <pre> ----- Model:                Logit                Pseudo R-squared:  0.015 Dependent Variable:   vacrecl                AIC:               4113.2263 Date:                 2020-02-23 13:27          BIC:               4221.3649 No. Observations:    3004                Log-Likelihood:    -2038.6 Df Model:             17                LL-Null:           -2069.9 Df Residuals:         2986                LLR p-value:       3.9795e-07 Converged:            1.0000                Scale:             1.0000 No. Iterations:       5.0000 ----- </pre> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coef.</th> <th>Std.Err.</th> <th>z</th> <th>P&gt; z </th> <th>[0.025</th> <th>0.975]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COD_GENERO</td><td>0.2052</td><td>0.0774</td><td>2.6519</td><td>0.0080</td><td>0.0535</td><td>0.3568</td></tr> <tr><td>EDAD</td><td>-0.0441</td><td>0.0231</td><td>-1.9082</td><td>0.0564</td><td>-0.0895</td><td>0.0012</td></tr> <tr><td>PERIODO</td><td>0.0325</td><td>0.0106</td><td>3.0722</td><td>0.0021</td><td>0.0118</td><td>0.0532</td></tr> <tr><td>ESTRA</td><td>-0.0340</td><td>0.0490</td><td>-0.6939</td><td>0.4877</td><td>-0.1300</td><td>0.0620</td></tr> <tr><td>M2_AD</td><td>0.1094</td><td>0.0356</td><td>3.0734</td><td>0.0021</td><td>0.0396</td><td>0.1792</td></tr> <tr><td>M2_AUL</td><td>-0.0291</td><td>0.0094</td><td>-3.0875</td><td>0.0020</td><td>-0.0475</td><td>-0.0106</td></tr> <tr><td>M2_LAB</td><td>-0.5653</td><td>0.1838</td><td>-3.0756</td><td>0.0021</td><td>-0.9256</td><td>-0.2051</td></tr> <tr><td>NRO_ATC</td><td>71.3797</td><td>23.2149</td><td>3.0747</td><td>0.0021</td><td>25.8793</td><td>116.8800</td></tr> <tr><td>CANT_EC</td><td>-6.2339</td><td>2.0272</td><td>-3.0752</td><td>0.0021</td><td>-10.2070</td><td>-2.2607</td></tr> <tr><td>CANT_EF</td><td>-14.0254</td><td>4.5690</td><td>-3.0697</td><td>0.0021</td><td>-22.9805</td><td>-5.0703</td></tr> <tr><td>CAP_EF</td><td>-0.7905</td><td>0.2573</td><td>-3.0720</td><td>0.0021</td><td>-1.2949</td><td>-0.2862</td></tr> <tr><td>TITULO</td><td>-0.0267</td><td>0.0597</td><td>-0.4476</td><td>0.6545</td><td>-0.1438</td><td>0.0904</td></tr> <tr><td>HORAS DOCENCIA</td><td>-0.2564</td><td>0.3352</td><td>-0.7649</td><td>0.4443</td><td>-0.9134</td><td>0.4006</td></tr> <tr><td>HORAS LECTIVAS</td><td>-0.6189</td><td>0.3401</td><td>-1.8195</td><td>0.0688</td><td>-1.2855</td><td>0.0478</td></tr> <tr><td>HORAS INVESTIGACION</td><td>-0.4493</td><td>0.3126</td><td>-1.4372</td><td>0.1507</td><td>-1.0619</td><td>0.1634</td></tr> <tr><td>HORAS PROYECCION</td><td>0.0215</td><td>0.2938</td><td>0.0731</td><td>0.9417</td><td>-0.5544</td><td>0.5973</td></tr> <tr><td>HORAS OTRAS ACTIVIDADES</td><td>-0.0164</td><td>0.2383</td><td>-0.0688</td><td>0.9452</td><td>-0.4834</td><td>0.4506</td></tr> <tr><td>HORAS TOTALES</td><td>1.0038</td><td>0.4409</td><td>2.2768</td><td>0.0228</td><td>0.1397</td><td>1.8680</td></tr> </tbody> </table>		Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]	COD_GENERO	0.2052	0.0774	2.6519	0.0080	0.0535	0.3568	EDAD	-0.0441	0.0231	-1.9082	0.0564	-0.0895	0.0012	PERIODO	0.0325	0.0106	3.0722	0.0021	0.0118	0.0532	ESTRA	-0.0340	0.0490	-0.6939	0.4877	-0.1300	0.0620	M2_AD	0.1094	0.0356	3.0734	0.0021	0.0396	0.1792	M2_AUL	-0.0291	0.0094	-3.0875	0.0020	-0.0475	-0.0106	M2_LAB	-0.5653	0.1838	-3.0756	0.0021	-0.9256	-0.2051	NRO_ATC	71.3797	23.2149	3.0747	0.0021	25.8793	116.8800	CANT_EC	-6.2339	2.0272	-3.0752	0.0021	-10.2070	-2.2607	CANT_EF	-14.0254	4.5690	-3.0697	0.0021	-22.9805	-5.0703	CAP_EF	-0.7905	0.2573	-3.0720	0.0021	-1.2949	-0.2862	TITULO	-0.0267	0.0597	-0.4476	0.6545	-0.1438	0.0904	HORAS DOCENCIA	-0.2564	0.3352	-0.7649	0.4443	-0.9134	0.4006	HORAS LECTIVAS	-0.6189	0.3401	-1.8195	0.0688	-1.2855	0.0478	HORAS INVESTIGACION	-0.4493	0.3126	-1.4372	0.1507	-1.0619	0.1634	HORAS PROYECCION	0.0215	0.2938	0.0731	0.9417	-0.5544	0.5973	HORAS OTRAS ACTIVIDADES	-0.0164	0.2383	-0.0688	0.9452	-0.4834	0.4506	HORAS TOTALES	1.0038	0.4409	2.2768	0.0228	0.1397	1.8680
	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]																																																																																																																																																																																																																																																
EDAD	-0.0388	0.0231	-1.6835	0.0923	-0.0840	0.0064																																																																																																																																																																																																																																																
PERIODO	0.0176	0.0073	2.4233	0.0154	0.0034	0.0318																																																																																																																																																																																																																																																
ETNIA	-0.0459	0.3399	-0.1351	0.8925	-0.7121	0.6203																																																																																																																																																																																																																																																
ESTRA	-0.0356	0.0489	-0.7295	0.4657	-0.1314	0.0601																																																																																																																																																																																																																																																
M2_AD	0.0592	0.0244	2.4219	0.0154	0.0113	0.1071																																																																																																																																																																																																																																																
M2_AUL	-0.0158	0.0065	-2.4400	0.0147	-0.0284	-0.0031																																																																																																																																																																																																																																																
M2_LAB	-0.3060	0.1262	-2.4250	0.0153	-0.5534	-0.0587																																																																																																																																																																																																																																																
NRO_ATC	38.6294	15.9391	2.4236	0.0154	7.3893	69.8695																																																																																																																																																																																																																																																
CANT_EC	-3.3742	1.3916	-2.4246	0.0153	-6.1017	-0.6466																																																																																																																																																																																																																																																
CANT_EF	-7.5794	3.1359	-2.4170	0.0157	-13.7257	-1.4331																																																																																																																																																																																																																																																
CAP_EF	-0.4276	0.1767	-2.4196	0.0155	-0.7739	-0.0812																																																																																																																																																																																																																																																
TITULO	-0.1113	0.0433	-2.5689	0.0102	-0.1962	-0.0264																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS DOCENCIA	-0.2264	0.2525	-0.8964	0.3700	-0.7213	0.2686																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS PROYECCION	0.0064	0.2789	0.0231	0.9816	-0.5402	0.5531																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS TOTALES	0.5517	0.2209	2.4977	0.0125	0.1188	0.9846																																																																																																																																																																																																																																																
	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]																																																																																																																																																																																																																																																
COD_GENERO	0.2052	0.0774	2.6519	0.0080	0.0535	0.3568																																																																																																																																																																																																																																																
EDAD	-0.0441	0.0231	-1.9082	0.0564	-0.0895	0.0012																																																																																																																																																																																																																																																
PERIODO	0.0325	0.0106	3.0722	0.0021	0.0118	0.0532																																																																																																																																																																																																																																																
ESTRA	-0.0340	0.0490	-0.6939	0.4877	-0.1300	0.0620																																																																																																																																																																																																																																																
M2_AD	0.1094	0.0356	3.0734	0.0021	0.0396	0.1792																																																																																																																																																																																																																																																
M2_AUL	-0.0291	0.0094	-3.0875	0.0020	-0.0475	-0.0106																																																																																																																																																																																																																																																
M2_LAB	-0.5653	0.1838	-3.0756	0.0021	-0.9256	-0.2051																																																																																																																																																																																																																																																
NRO_ATC	71.3797	23.2149	3.0747	0.0021	25.8793	116.8800																																																																																																																																																																																																																																																
CANT_EC	-6.2339	2.0272	-3.0752	0.0021	-10.2070	-2.2607																																																																																																																																																																																																																																																
CANT_EF	-14.0254	4.5690	-3.0697	0.0021	-22.9805	-5.0703																																																																																																																																																																																																																																																
CAP_EF	-0.7905	0.2573	-3.0720	0.0021	-1.2949	-0.2862																																																																																																																																																																																																																																																
TITULO	-0.0267	0.0597	-0.4476	0.6545	-0.1438	0.0904																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS DOCENCIA	-0.2564	0.3352	-0.7649	0.4443	-0.9134	0.4006																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS LECTIVAS	-0.6189	0.3401	-1.8195	0.0688	-1.2855	0.0478																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS INVESTIGACION	-0.4493	0.3126	-1.4372	0.1507	-1.0619	0.1634																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS PROYECCION	0.0215	0.2938	0.0731	0.9417	-0.5544	0.5973																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS OTRAS ACTIVIDADES	-0.0164	0.2383	-0.0688	0.9452	-0.4834	0.4506																																																																																																																																																																																																																																																
HORAS TOTALES	1.0038	0.4409	2.2768	0.0228	0.1397	1.8680																																																																																																																																																																																																																																																
<p style="text-align: center;">Modelo 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coef.</th> <th>Odds ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>M2_AD</td><td>0.0592</td><td>1.06</td></tr> <tr><td>M2_AUL</td><td>-0.0158</td><td>0.98</td></tr> <tr><td>M2_LAB</td><td>-0.306</td><td>0.74</td></tr> <tr><td>NRO_ATC</td><td>38</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>CANT_EC</td><td>-3.3742</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>CANT_EF</td><td>-7.5794</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>CAP_EF</td><td>-0.4276</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>TITULO</td><td>-0.1113</td><td>0.89</td></tr> <tr><td>HORAS</td><td>0.5517</td><td>1.74</td></tr> <tr><td>TOTALES</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Variable	Coef.	Odds ratio	M2_AD	0.0592	1.06	M2_AUL	-0.0158	0.98	M2_LAB	-0.306	0.74	NRO_ATC	38	0.00	CANT_EC	-3.3742	0.03	CANT_EF	-7.5794	0.00	CAP_EF	-0.4276	0.65	TITULO	-0.1113	0.89	HORAS	0.5517	1.74	TOTALES			<p style="text-align: center;">Modelo 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coef.</th> <th>Odds ratio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COD_GENERO</td><td>0.2052</td><td>1.23</td></tr> <tr><td>EDAD</td><td>-0.0441</td><td>0.96</td></tr> <tr><td>M2_AD</td><td>0.1094</td><td>1.12</td></tr> <tr><td>M2_AUL</td><td>-0.0291</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>M2_LAB</td><td>-0.5653</td><td>0.57</td></tr> <tr><td>NRO_ATC</td><td>71</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>CANT_EC</td><td>-6.2339</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>CANT_EF</td><td>-14.0254</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>CAP_EF</td><td>-0.7905</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>HORAS TOTALES</td><td>1.0038</td><td>2.73</td></tr> </tbody> </table>	Variable	Coef.	Odds ratio	COD_GENERO	0.2052	1.23	EDAD	-0.0441	0.96	M2_AD	0.1094	1.12	M2_AUL	-0.0291	0.97	M2_LAB	-0.5653	0.57	NRO_ATC	71	0.00	CANT_EC	-6.2339	0.00	CANT_EF	-14.0254	0.00	CAP_EF	-0.7905	0.45	HORAS TOTALES	1.0038	2.73																																																																																																																																																																																			
Variable	Coef.	Odds ratio																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_AD	0.0592	1.06																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_AUL	-0.0158	0.98																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_LAB	-0.306	0.74																																																																																																																																																																																																																																																				
NRO_ATC	38	0.00																																																																																																																																																																																																																																																				
CANT_EC	-3.3742	0.03																																																																																																																																																																																																																																																				
CANT_EF	-7.5794	0.00																																																																																																																																																																																																																																																				
CAP_EF	-0.4276	0.65																																																																																																																																																																																																																																																				
TITULO	-0.1113	0.89																																																																																																																																																																																																																																																				
HORAS	0.5517	1.74																																																																																																																																																																																																																																																				
TOTALES																																																																																																																																																																																																																																																						
Variable	Coef.	Odds ratio																																																																																																																																																																																																																																																				
COD_GENERO	0.2052	1.23																																																																																																																																																																																																																																																				
EDAD	-0.0441	0.96																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_AD	0.1094	1.12																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_AUL	-0.0291	0.97																																																																																																																																																																																																																																																				
M2_LAB	-0.5653	0.57																																																																																																																																																																																																																																																				
NRO_ATC	71	0.00																																																																																																																																																																																																																																																				
CANT_EC	-6.2339	0.00																																																																																																																																																																																																																																																				
CANT_EF	-14.0254	0.00																																																																																																																																																																																																																																																				
CAP_EF	-0.7905	0.45																																																																																																																																																																																																																																																				
HORAS TOTALES	1.0038	2.73																																																																																																																																																																																																																																																				
<p><b>Interpretación:</b> De nuevo el factor Horas totales se presenta como una variable explicativa. El factor M2_AD indica que por cada punto que se incrementa en áreas deportivas (m2), aumenta 1.06 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en zona de crecimiento.</p>	<p>El factor Género indica que por cada cinco hombres estudiantes hay una mujer que tiene la probabilidad de que se encuentre en la zona de crecimiento.</p> <p>Con respecto a la variable M2_AD, área para el desarrollo de actividades deportivas, indica que, si esta se incrementa en un punto, la probabilidad de que se encuentre en la zona de crecimiento aumenta en 1.12.</p> <p>En este modelo, de nuevo la variable Horas Totales es un factor explicativo del crecimiento de los aprendizajes.</p>																																																																																																																																																																																																																																																					

**Modelo 5  
Puntaje Global**

Optimization terminated successfully.  
Current function value: 0.668651  
Iterations 5

Results: Logit

```

=====
Model:                Logit                Pseudo R-squared:  0.026
Dependent Variable:   vacrec5                AIC:                4047.2555
Date:                 2020-02-23 20:36         BIC:                4137.3710
No. Observations:    3004                Log-Likelihood:     -2008.6
Df Model:             14                LL-Null:            -2062.7
Df Residuals:        2989               LLR p-value:        1.2757e-16
Converged:            1.0000               Scale:              1.0000
No. Iterations:      5.0000
=====

```

Coef. Std.Err. z P>|z| [0.025 0.975]

	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]
EDAD	-0.2050	0.0254	-8.0705	0.0000	-0.2547	-0.1552
GEN	-0.2529	0.0780	-3.2406	0.0012	-0.4059	-0.0999
ESC_NSE	-0.0537	0.0487	-1.1037	0.2697	-0.1492	0.0417
M2_AD	-0.0000	0.0000	-1.0181	0.3086	-0.0001	0.0000
M2_AUL	-0.0007	0.0001	-5.3417	0.0000	-0.0010	-0.0005
M2_LAB	-0.0000	0.0001	-0.0927	0.9262	-0.0003	0.0003
NRO_AU	0.1256	0.0306	4.1005	0.0000	0.0656	0.1857
CANT_EC	0.0170	0.0045	3.8049	0.0001	0.0082	0.0258
CANT_EF	0.0945	0.0146	6.4723	0.0000	0.0659	0.1231
CAP_EF	-0.0031	0.0011	-2.8076	0.0050	-0.0053	-0.0009
TITULO	-0.0640	0.0446	-1.4345	0.1514	-0.1516	0.0235
HORAS DOCENCIA	-0.2214	0.2485	-0.8908	0.3730	-0.7085	0.2657
HORAS LECTIVAS	0.2202	0.2626	0.8385	0.4018	-0.2945	0.7349
HORAS PROYECCION	0.4445	0.2759	1.6109	0.1072	-0.0963	0.9852
HORAS OTRAS ACTIVIDADES	0.1790	0.1388	1.2893	0.1973	-0.0931	0.4510

**Modelo 6  
Puntaje Global**

Optimization terminated successfully.  
Current function value: 0.681737  
Iterations 4

Results: Logit

```

=====
Model:                Logit                Pseudo R-squared:  0.007
Dependent Variable:   vacrec5                AIC:                4133.8750
Date:                 2020-02-23 19:37         BIC:                4248.0213
No. Observations:    3004                Log-Likelihood:     -2047.9
Df Model:             18                LL-Null:            -2062.7
Df Residuals:        2985               LLR p-value:        0.042245
Converged:            1.0000               Scale:              1.0000
No. Iterations:      4.0000
=====

```

Coef. Std.Err. z P>|z| [0.025 0.975]

	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]
ESTRA	-0.0495	0.0488	-1.0139	0.3106	-0.1452	0.0462
IE1	-0.0017	0.0019	-0.8679	0.3855	-0.0055	0.0021
IE3	-0.0013	0.0013	-1.0347	0.3008	-0.0038	0.0012
IE4	0.0017	0.0031	0.5415	0.5882	-0.0044	0.0077
IE6	-0.0019	0.0016	-1.1915	0.2335	-0.0051	0.0012
IE7	0.0028	0.0035	0.8039	0.4215	-0.0041	0.0097
IE8	0.0004	0.0017	0.2333	0.8155	-0.0029	0.0037
IE9	-0.0020	0.0019	-1.0481	0.2946	-0.0056	0.0017
CANT_EC	-0.0042	0.0018	-2.3156	0.0206	-0.0077	-0.0006
CANT_EF	0.0003	0.0139	0.0180	0.9856	-0.0271	0.0276
CAP_EF	0.0002	0.0006	0.3141	0.7534	-0.0009	0.0013
Inf1	-0.0328	0.0137	-2.4035	0.0162	-0.0596	-0.0061
Inf2	-0.0192	0.0062	-3.0945	0.0020	-0.0313	-0.0070
Inf3	0.0142	0.0105	1.3504	0.1769	-0.0064	0.0349
Inf4	0.0526	0.0274	1.9199	0.0549	-0.0011	0.1063
HORAS DOCENCIA	-0.0713	0.3101	-0.2298	0.8183	-0.6791	0.5365
HORAS LECTIVAS	0.4981	0.2749	1.8118	0.0700	-0.0407	1.0369
HORAS INVESTIGACION	-0.0539	0.2717	-0.1983	0.8428	-0.5864	0.4787
HORAS TOTALES	0.0258	0.2707	0.0952	0.9241	-0.5048	0.5563

**Modelo 5**

Variable	Coef.	Odds ratio
EDAD	-0.2075	0.81
CANT EC	-0.004	1.00
CANT EF	0.1148	1.12
CAP EF	0.0027	1.00
Inf2	-0.0174	0.98
Inf4	-0.1365	0.87

**Interpretación:** Los factores CANT EC, CANT EF y CAP EF indica que por cada punto que se incremente en la cantidad de equipos de cómputo, cantidad y capacidad de espacios físicos aumenta 1.00, 1.12 1.00 respectivamente, veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en zona de crecimiento.

**Modelo 6**

Variable	Coef.	Odds ratio
CANT EC	-0.0042	1.00
INF1	-0.0328	0.97
INF2	-0.0192	0.98

**Interpretación:** El factor CANT EC, indica que por cada punto que se incremente en la cantidad de equipos de cómputo, aumenta 1.00 veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en zona de crecimiento.



**Modelo 7**  
**Puntaje Global**

Optimization terminated successfully.  
Current function value: 0.669776  
Iterations 5

Results: Logit

```

=====
Model:                Logit                Pseudo R-squared: 0.025
Dependent Variable:   vacrec5              AIC:                4060.0149
Date:                2020-02-23 20:10      BIC:                4168.1535
No. Observations:    3004                Log-Likelihood:    -2012.0
Df Model:            17                    LL-Null:           -2062.7
Df Residuals:        2986                LLR p-value:       4.9075e-14
Converged:           1.0000                Scale:             1.0000
No. Iterations:      5.0000
=====

```

	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]
EDAD	-0.2075	0.0257	-8.0712	0.0000	-0.2579	-0.1571
ETNIA	-0.0544	0.3446	-0.1579	0.8746	-0.7298	0.6210
ESTRA	-0.0275	0.0495	-0.5561	0.5782	-0.1245	0.0695
IE1	-0.0024	0.0017	-1.3733	0.1697	-0.0058	0.0010
IE4	0.0028	0.0028	0.9946	0.3199	-0.0027	0.0082
IE6	0.0009	0.0017	0.5358	0.5921	-0.0024	0.0041
IE7	0.0024	0.0035	0.6964	0.4862	-0.0044	0.0093
IE9	-0.0022	0.0019	-1.1885	0.2346	-0.0059	0.0015
CANT_EC	-0.0040	0.0018	-2.1462	0.0319	-0.0076	-0.0003
CANT_EF	0.1148	0.0205	5.6116	0.0000	0.0747	0.1549
CAP_EF	0.0027	0.0007	4.1155	0.0000	0.0014	0.0040
Inf1	-0.0238	0.0143	-1.6632	0.0963	-0.0519	0.0043
Inf2	-0.0174	0.0062	-2.8006	0.0051	-0.0297	-0.0052
Inf3	0.0110	0.0107	1.0290	0.3035	-0.0100	0.0320
Inf4	-0.1365	0.0371	-3.6831	0.0002	-0.2091	-0.0639
HORAS DOCENCIA	-0.1443	0.2321	-0.6216	0.5342	-0.5991	0.3106
HORAS LECTIVAS	0.3464	0.2784	1.2444	0.2134	-0.1992	0.8921
HORAS PROYECCION	0.3797	0.2785	1.3634	0.1728	-0.1661	0.9255

**Modelo 3**

Variable	Coef.	Odds ratio
EDAD	-0.2075	0.81
CANT_EC	-0.004	1.00
CANT_EF	0.1148	1.12
CAP_EF	0.0027	1.00
INF 2	-0.0174	0.98
INF 4	-0.1365	0.87

**Interpretación:** Los factores CANT EC, CANT EF y CAP EF indica que por cada punto que se incremente en la cantidad de equipos de cómputo, cantidad y capacidad de espacios físicos aumenta 1.00, 1.12 1.00 respectivamente, veces la probabilidad de que el estudiante se encuentre en zona de crecimiento.

## 4. MODELO PREDICTIVO DEL CRECIMIENTO DE LOS APRENDIZAJES DEL VALOR AGREGADO

Este proyecto presenta un modelo para la predicción del crecimiento del aprendizaje de los estudiantes a partir de la aplicación de las técnicas de Machine Learning (ML) o aprendizaje automático de regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte, dentro de la metodología establecida para determinar de valor agregado por UDEC al proceso de aprendizaje de sus estudiantes. La data se compone de dos fuentes primarias de información. La primera es de estudiantes, que corresponde a la información de los resultados de las pruebas estandarizadas saber pro (prueba de salida aplicada a estudiantes de programas profesionales o educación terciaria) en el lapso 2016-2018, con su correspondiente resultado de la prueba saber 11 (prueba de salida de la educación secundaria), las cuales se componen de 70 atributos y 8815 instancias. La segunda es de carácter institucional con dos componentes, la información de profesores con 17 atributos y 1616 instancias y la información de infraestructura con 5 atributos y 10 instancias.

La evaluación técnica del modelo predictivo para determinar la probabilidad de que un estudiante de UDEC alcance un crecimiento a partir de la información de las variables categóricas de las pruebas estandarizadas del MEN (saber 11 y saber pro) y la información de carácter institucional (profesores e infraestructura), se basa en el análisis de los resultados de las métricas propuestas (precisión, recall, F1 y análisis ROC), las cuales permiten establecer la técnica más eficiente de los modelos aplicados a las variables dependientes (competencias de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, competencias ciudadanas, inglés y puntaje global) de la data del valor agregado de UDEC compuesta por 3004 instancias y 22 atributos:

Tabla 33 Comparativo métricas modelos regresión logística, redes neuronales y máquinas de vector soporte a los variables del modelo de valor agregado UNIMINUTO

<i>Técnica</i>	<b>Competencia</b>	<b>Accu.</b>	<b>Precisión</b>	<b>Recall</b>	<b>F1</b>
<i>Regresión logística</i>	Razonamiento cuantitativo	0.583626	0.606742	0.773006	0.679856
	Lectura Crítica	0.567251	0.566445	0.757778	0.648289
	Competencias Ciudadanas	0.582456	0.527881	0.381720	0.443058
	Inglés	0.604678	0.605413	0.874486	0.715488
	Puntaje global	0.530994	0.586885	0.394273	0.471673
<i>Redes neuronales</i>	Razonamiento cuantitativo	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

<i>Técnica</i>	<b>Competencia</b>	<b>Accu.</b>	<b>Precisión</b>	<b>Recall</b>	<b>F1</b>
<i>Máquinas de vector soporte</i>	Lectura Crítica	0.609000	0.6278118	0.8527777	0.7232037
	Competencias Ciudadanas	0.575700	0.6666666	0.030888	0.0590405
	Inglés	0.619000	0.6276803	0.8655914	0.7276836
	Puntaje global	0.738800	0.756446	0.783382	0.769679
	Razonamiento cuantitativo	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	Lectura Crítica	0.612300	0.610000	0.610000	0.540000
	Competencias Ciudadanas	0.612300	0.550000	0.550000	0.540000
	Inglés	0.580000	0.520000	0.580000	0.480000
	Puntaje global	0.697200	0.700000	0.700000	0.700000

Elaboración propia

Los atributos que fueron evaluados y aportan al modelo predictivo se muestran en la tabla 28.

Tabla 34 Variables independientes relevantes para el modelo predictivo

<b>Atributo</b>	<b>Sigla</b>	<b>Atributo</b>	<b>Sigla</b>
'EDAD'	Edad del estudiante al momento de presentar prueba saber pro	'ESC_NSE'	Índice socioeconómico calculado por el ICFES
'ED_PAD'	Educación del padre	'IE3'	Indicador de estudiantes 3
'ED_MAD'	Educación de la madre	'IE4'	Indicador de estudiantes 4
'TRA_PAD'	Trabajo del padre	'IE8'	Indicador de estudiantes 8
'TIE_INTER'	Cuenta con internet	'I_prof1_pond'	Indicador de profesores 1
'TIE_TV'	Cuenta con televisor	'I_prof2_pond'	Indicador de profesores 2
'TIE_COMP'	Cuenta con computador	'TITULO'	Títulos de los profesores
'TIE_LAV'	Cuenta con lavadora	'HORAS DOCENCIA'	Horas de dedicación docente
'TIE_MICRO'	Cuenta con microondas	'HORAS LECTIVAS'	Horas lectivas
'ETNIA'	Etnia a la que pertenece	'HORAS PROYECCION'	Horas de proyección
'ESTRA'	Estrato al que pertenece		

De acuerdo con los resultados evidenciados se encuentra que los modelos de redes neuronales y máquinas de vector soporte, presentan los resultados más eficientes, mientras que la regresión logística no presentó resultados aceptables de eficiencia. La variable dependiente de razonamiento cuantitativo presentó una eficiencia del 100% tanto con redes neuronales como con máquinas de vector soporte, siendo un valor atípico, pero validado en los dos modelos. La variable dependiente del puntaje global presentó el segundo mejor valor de eficiencia, con las redes neuronales alcanzó el 73,88% y en máquinas de vector soporte alcanzó el 69,72%. El modelo ya no es eficiente para las competencias de lectura crítica con un valor de eficiencia del 60% para redes neuronales y un 61% en máquinas de vector soporte, las competencias ciudadanas presentaron un 57% en redes neuronales y un 61% en máquinas de vector soporte y la competencia de inglés presentó un 61,9% en redes neuronales y un 58% en máquinas de vector soporte. Las competencias en redes neuronales sólo alcanzaron un nivel del 60% en las competencias de lectura crítica e inglés, las demás competencias se ubicaron entre el 56% y el 57%.

Por lo expuesto anteriormente se recomienda utilizar el modelo de redes neuronales para el modelo predictivo de crecimiento de los estudiantes a partir de la información de tipo categórica y numérica con que se cuenta actualmente. Estos modelos pueden ser ajustados cuando se presenta nueva información. Se recomienda utilizar información de la caracterización que realiza la universidad al ingreso de los estudiantes, así como información de carácter académico, toda vez que se observan valores atípicos en la información suministrada por el MEN. De igual manera el modelo se puede ajustar con información más específica de los aspectos institucionales como profesores e infraestructura a nivel de programa, área de conocimiento y curso, con lo cual se pueden elaborar modelos predictivos a estos niveles.



**UDEEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA



**MEDICIÓN DE LOS EFECTOS DE  
LA INSTITUCIÓN EN EL LOGRO  
DE LOS APRENDIZAJES.**

**2019**

## 5. MEDICIÓN DE LOS EFECTOS DE LA INSTITUCIÓN SOBRE LOS APRENDIZAJES

### 5.1. METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL VALOR AGREGADO

El objetivo del presente capítulo es establecer cuáles son las sedes de la Institución que son más efectivas con respecto al logro de los aprendizajes de sus estudiantes en las pruebas estandarizadas Saber 11 y Saber Pro del ICFES.

Para determinar la efectividad de las sedes<sup>23</sup>, se utilizó el modelo lineal jerárquico propuesto y desarrollado por el ICFES (2014)<sup>24</sup>, que corresponde a un modelo de estimación que se realiza dentro de los siguientes grupos de referencia específicos:

Tabla 35. Programas académicos por sede y grupos de referencia.

<b>GRUPO DE REFERENCIA</b>	<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>
<b>ADMINISTRACIÓN Y AFINES</b>	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ
	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT
	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ
	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA
	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FACATATIVÁ
<b>BELLAS ARTES Y DISEÑO</b>	MUSICA -ZIPAQUIRÁ
<b>CIENCIAS AGROPECUARIAS</b>	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ
<b>CONTADURÍA Y AFINES</b>	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ
	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ
	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ
<b>EDUCACIÓN</b>	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ
	LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES - FUSAGASUGÁ
	LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN EDUCACION FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES- FUSAGASUGÁ
	LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN HUMANIDADES: LENGUA CASTELLANA E INGLES - GIRARDOT
	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ

<sup>23</sup> Para este caso se considera cada sede como una institución.

<sup>24</sup> Este modelo se basa en dos conceptos de eficacia educativa a nivel de aprendizaje: eficacia entendida como alto rendimiento académico de los alumnos, en términos operacionales, y la eficacia en términos de factores contextuales relacionados con el rendimiento de los estudiantes

<b>GRUPO DE REFERENCIA</b>	<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>
ENFERMERÍA	ENFERMERIA - GIRARDOT
INGENIERÍA	INGENIERÍA AMBIENTAL - GIRARDOT
	INGENIERIA DE SISTEMAS - FACATATIVÁ
	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ
	INGENIERIA DE SISTEMAS -FUSAGASUGÁ
	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA
	INGENIERIA ELECTRONICA- FUSAGASUGÁ
	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA
PSICOLOGÍA	PSICOLOGÍA - FACATATIVÁ
RECREACIÓN Y DEPORTES	CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION FISICA- SOACHA

Fuente: ICFES 2019.

Es decir, la comparación entre universidades debe realizarse al interior de cada uno de los grupos de referencia construidos por el ICFES. Los grupos de referencia agrupan dentro de sí los programas académicos, esto, con el propósito de hacer comparaciones entre carreras afines o áreas del conocimiento que resultan ser muy heterogéneas entre sí.

### 5.1.1. Modelado de medición

Para determinar la medición del efecto de la Institución en el logro de los aprendizajes se utiliza un modelo multinivel nulo, con dos niveles, estudiantes (1) y sedes (2), en donde es posible estimar la correlación intraclase. El índice de correlación intraclase -ICC - muestra el porcentaje de la varianza del resultado en las pruebas que es explicado por la varianza entre las sedes. Es decir, el índice muestra cuánta de la variabilidad entre las pruebas se puede atribuir a la variabilidad entre las instituciones y qué porcentaje de la variabilidad es atribuirles a las características de los estudiantes o a variables al interior de las instituciones.

De acuerdo con el informe técnico del ICFES: “Medición de los efectos de la educación superior en Colombia sobre el aprendizaje estudiantil.” Donde mencionan:

“Raudenbush y Willms (1995) describen dos estrategias (denominadas modelos tipo A y B) que ayudan a analizar estos efectos causales. Los modelos tipo A incluyen tanto el efecto del contexto como el de la práctica, pero no pretenden analizar la proporción en que cada uno de esos componentes contribuyen al aprendizaje de los estudiantes. En la educación primaria, estos modelos deberían ser de interés para padres y estudiantes, debido a que

describen el efecto sobre el aprendizaje que tiene lugar dentro de la escuela, independientemente de lo que causó el efecto (por ejemplo, un profesor o los efectos asociados con los compañeros del salón de clases).

Los modelos tipo B solo miden el efecto de la práctica. Estos podrían ser de interés para los encargados de las políticas públicas en educación primaria, debido a que describen los efectos sobre el aprendizaje derivados de los elementos que una escuela puede controlar, como la calidad de la enseñanza y altas expectativas para el éxito de los estudiantes. En estos modelos, por ejemplo, no se responsabiliza a las escuelas por los efectos de pares.

En contraste, en la educación superior es posible que los modelos tipo A sean de interés tanto para los estudiantes como para los responsables de las políticas, ya que las IES controlan el ingreso de sus estudiantes y, por tanto, se podría afirmar que causan el aprendizaje contextual. En un sentido técnico, Raudenbush y Willms (1995) señalan que es difícil obtener estimaciones tipo B de manera adecuada debido a que típicamente la práctica escolar no es observable.”

De acuerdo con esta información el modelo que se toma como referencia es el tipo A, en el cual se debe tener la siguiente información clara:

1. Establecer los grupos de referencia, al que pertenecen los programas académicos en las diferentes sedes de la Institución.
2. Unificar las escalas de las pruebas saber 11 y saber Pro, de las competencias:  
Pruebas saber Pro: RC (Razonamiento Cuantitativo), LC (Lectura Crítica), (Competencias Ciudadanas), ING (inglés).  
Pruebas saber 11: PMA (Prueba de matemáticas), PLC (Prueba de Lenguaje), PSC (Ciencias sociales y competencias ciudadanas), PIN (inglés).

Tabla 36 Cambio en la estructura del examen Saber 11

2001- 2005-2	2006-1 - 2014-1	2014-II en adelante.
Lenguaje	Lenguaje	Lectura Crítica.
Filosofía	Filosofía	
Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas (Incluye Razonamiento Cuantitativo)
Física	Física	Ciencias Naturales
Química	Química	



2001- 2005-2	2006-1 - 2014-1	2014-II en adelante.
Biología	Biología	
Historia	Ciencias sociales	Sociales y ciudadanas
Geografía	(Historia, Geografía)	(Incluye Competencias ciudadanas)
Idioma (inglés, francés o alemán)	Idioma - inglés (inglés, francés o alemán)	Inglés

3. Separar la data por grupo de referencia y nivel de créditos

*i: Estudiante*

*j: Universidad*

*k: Grupo de referencia*

4. Cada modelo se evalúa por grupo de referencia y nivel de créditos (de manera que un grupo de referencia se compara entre universidades (en este caso entre sedes de la universidad). Como consecuencia de este enfoque, los resultados no son comparables entre diferentes grupos de referencia.

Específicamente el modelo de valor agregado se representa como:

$$y_{ij} \sim N(\beta X_{ij} + \gamma_j, \sigma^2)$$

Para el estudiante *i* en la sede -institución *j*.

Donde  $y_{ij}$  es el resultado de la medición (en la prueba actual) para el individuo *i* y  $X_{ij}$  es un vector de covariables que puede o no depender de *i* (por ejemplo, puede ser una media a nivel del grupo).  $\gamma_j$  son los efectos de interés (Valor Agregado). Se asume además que  $\gamma_j \sim N [0; \sigma^2]$  (es un efecto aleatorio) y se usan técnicas de estimación de efectos aleatorios (específicamente REML vía Bates, Maechle y Bolker, 2013). Para el modelo 1,  $X_{ij}$  representa un vector de los puntajes obtenidos por el estudiante en las pruebas previas (matemáticas, lenguaje, química y ciencias sociales de SABER 11°).

$$y_{ij} \sim N(\beta_0 + \beta_1 mat_{ij} + \beta_2 leng_{ij} + \beta_3 inglés_{ij} + \beta_4 cien soci_{ij} + \gamma_j, \sigma^2)$$

\*Para este caso  $y_{ij}$  es el resultado de cada una de las pruebas de saber pro y su resultado global."

Específicamente el efecto (valor agregado) se calcula como:

$$\text{Efecto} = \gamma_j = \bar{y}_j - \widehat{\beta}_0 - \widehat{\beta}_1 \text{mat}_{ij} - \widehat{\beta}_2 \text{leng}_{ij} - \widehat{\beta}_3 \text{inglés}_{ij} - \widehat{\beta}_4 \text{cien soci}_{ij} - e_j$$

i: Estudiante.

j: sede.

$y_{ij}$  es el resultado de la prueba genérica.

$\text{mat}_{ij}$ : Resultado del estudiante i en la sede j en la prueba de matemáticas de saber 11.

$\text{leng}_{ij}$ : Resultado del estudiante i en la sede j en la prueba de lenguaje de saber 11.

$\text{cien nat}_{ij}$ : Resultado del estudiante i en la sede j en la prueba de ciencias naturales de saber 11.

$\text{cien soci}_{ij}$ : Resultado del estudiante i en la sede j en la prueba de ciencias sociales de saber 11.

$\bar{y}_j$ : Es el promedio de las pruebas genéricas por sede.

$\widehat{\beta}_0, \widehat{\beta}_1, \widehat{\beta}_2, \widehat{\beta}_3, \widehat{\beta}_4$ : Son los coeficientes comunes a todas las sedes en el modelo para cada una de las pruebas genérica.

$e_j$ : diferencia entre el resultado  $y_{ij}$  y su estimado por el modelo.

$\gamma_j$  son los efectos de interés (Valor Agregado) cuya distribución es  $N [0; \sigma^2]$  (es un efecto aleatorio).

Teniendo en cuenta la siguiente librería en R para modelos de efectos fijos: “Bates, D., Maechler, M., & Bolker, B. (2013). lme4: Linear mixed-effects models using s4 classes [Computer software manual]. Retrieved from [http://CRAN.R-project.org/](http://CRAN.R-project.org/package=lme4) package=lme4 (R package version 0.999999-2)”, se construye el modelo en R y se obtienen los siguientes resultados:

### 5.1.1.1. MEDICIÓN DE VALOR AGREGADO 2018

Las tablas que se muestran en este apartado presentan los efectos fijos estimados para los grupos de referencia que tienen entre tres y seis sedes por grupo de referencia (IGR). Estas tablas muestran las estimaciones para el modelo (presentado en el apartado anterior). Por ejemplo, para la prueba de RC, los puntajes previos son lenguaje, matemáticas, ciencias sociales y ciudadanas e inglés, y fueron predictores importantes comparados con el puntaje de matemáticas (coeficientes estimados promedio entre todos los grupos de referencia: 0,028, 0,020 y 0,030 comparados con 0,009, respectivamente).

Otro aspecto importante para el análisis es el cálculo del índice de correlación intraclase  $\rho$ , que se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{\sigma_{\tau}^2}{\sigma_{\tau}^2 + \sigma^2}$$

Este coeficiente es proporción de la varianza total explicada por la varianza residual de la IGR. Al estimar la ecuación anterior, para el resultado estandarizado en lectura crítica, razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, inglés y el puntaje global, y teniendo en cuenta la sede dentro de cada grupo de referencia, se obtienen los índices de correlación intraclase ICC. En este caso, un índice de correlación intraclase de 0,25 significa que el 25% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 75% se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución.

El ICC es una herramienta que permite entender las desigualdades que pueden asociarse a las distintas sedes de la institución, en este caso Muñoz indica también que:

“Si se piensa en un sistema que asigna aleatoriamente a todos los estudiantes a las instituciones, se esperaría encontrar un ICC cercano a 0, es decir, la variabilidad entre universidades es muy pequeña y las diferencias se pueden explicar según la variabilidad al interior de cada institución. Por otro lado, si se piensa en un sistema que ordena a sus estudiantes según su resultado en una determinada prueba y según eso se asigna a una universidad específica, el ICC puede ser cercano a 1 o muy grande en magnitud, pues dentro de una misma universidad los estudiantes son muy similares y la mayoría de la diferencia se observa entre instituciones”. (Muñoz, Modelo de Valor Agregado: una implementación para el caso de la educación superior en Colombia, 2016)

Esta metodología de medición de valor agregado busca, por tanto, estimar el efecto de la sede sobre los resultados alcanzados por los estudiantes en las pruebas saber pro, separando aquellas características propias de los estudiantes (factores personales), medido a través de las pruebas saber 11, es decir que, el valor agregado es entendido como la ganancia o pérdida por pertenecer a dicha sede, con relación a los resultados de las pruebas genéricas de saber pro con respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de saber 11 de los estudiantes; el progreso de cada estudiante se compara con el resto de los estudiantes y se estima la ganancia respecto a una sede promedio (Manzi, San Martin, & Van Bellegem, 2010).

A continuación, se presentan los resultados de los modelos lineales jerárquicos y las estimaciones de valor agregado correspondientes a cada uno de los grupos de referencia como los son administración y afines, contaduría y afines, ingeniería, ciencias agropecuarias y educación, siendo la variable dependiente el resultado de la prueba estandarizada de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, inglés y competencias ciudadanas, este ejercicio se realiza para cada uno de los periodos 2016 al 2018 y en acumulado.

### **RAZONAMIENTO CUANTITATIVO:**

Para la medición de valor agregado, se determinaron las correlaciones a nivel de estudiantes entre los puntajes de los módulos genéricos, donde se evidencia que las correlaciones entre las pruebas SABER PRO (sus correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,5) y las de SABER 11° (cuyas correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,5) guardan similitudes, esto se debe a que las pruebas saber tiene niveles de confiabilidad muy similares y se encuentran alineadas.

	B.PMA	B.PLC	B.PSC	B.PIN	B.RC	B.LC	B.CC	B.ING
B.PMA	1.0000000							
B.PLC	0.4116442	1.0000000						
B.PSC	0.3794034	0.5697419	1.0000000					
B.PIN	0.3504955	0.4479410	0.4542498	1.0000000				
B.RC	0.3860344	0.2648952	0.3120073	0.2141206	1.0000000			
B.LC	0.2708717	0.3419479	0.3706692	0.3008897	0.4868541	1.0000000		
B.CC	0.2080074	0.2757200	0.3180897	0.2398507	0.3780635	0.5337448	1.0000000	
B.ING	0.2312867	0.2598324	0.2765511	0.4669112	0.2974749	0.4220870	0.3912286	1.0000000

En las siguientes tablas se muestran los efectos de las diferentes sedes de la institución que aportan al logro de los estudiantes; específicamente, se presenta el ranking de las sedes para cada grupo de referencia (administración y afines, contaduría, ingeniería y ciencias agropecuarias) en la prueba de **razonamiento cuantitativo** (es importante indicar que para el análisis comparativo se hace necesario tener un umbral de 30 estudiantes); es así como, los programas que más aportan a esta competencia son los programas de Administración de Empresas de Girardot y Facatativá, Ingeniería de Sistemas de Facatativá, Ubaté y Girardot, y Zootecnia y Administración Agropecuaria de las sedes de Ubaté y Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.79	45	49
2	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS-FACATATIVÁ	0.15	47	49
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-CHÍA	-0.44	48	49
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FUSAGASUGÁ	-0.55	48	50
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	-0.69	47	49

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA-UBATÉ	-0.27	48	52
2	CONTADURIA PUBLICA-FACATATIVÁ	-0.33	48	51

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
3	CONTADURIA PUBLICA-FUSAGASUGÁ	-0.41	48	53

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA DE SISTEMAS-FACATATIVÁ	0.36	50	54
2	INGENIERIA DE SISTEMAS-UBATÉ	0.31	51	55
3	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.14	50	54
4	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	-0.09	50	56
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.88	52	58
6	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-1.13	52	55

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	5.13	44	38
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	2.83	48	53
3	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	2.73	48	53
4	ZOOTECNIA-UBATÉ	2.41	48	48

### LECTURA CRÍTICA

A continuación, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los aprendizajes en la competencia de lectura crítica, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que para el grupo de administración y afines los programas que más aportan son Administración de Empresas Girardot y Facatativá, en el grupo de ingeniería los programas de Ingeniería Ambiental - Girardot, Ingeniería de Software - Soacha e Ingeniería de Sistemas - Ubaté, y en el grupo de ciencias agropecuarias están Zootecnia - Fusagasugá y Administración Agropecuaria - Ubaté.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
--	---------------------------	---------	------	----

1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	1.08	45	48
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FACATATIVÁ	0.20	47	49
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	-0.04	47	46
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -FUSAGASUGÁ	-0.42	48	50
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-CHÍA	-0.59	48	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA-FACATATIVÁ	-0.09	48	47
2	CONTADURIA PUBLICA-FUSAGASUGÁ	-0.11	48	48
3	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	-0.28	48	49

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.38	50	51
2	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	0.17	50	53
3	INGENIERIA DE SISTEMAS-UBATÉ	0.05	51	49
4	INGENIERIA DE SISTEMAS-FACATATIVÁ	-0.28	50	52
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.60	52	53
6	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-0.65	52	53

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	4.87	44	42
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	0.13	48	50
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	-0.51	48	48
4	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.62	48	50

### COMPETENCIAS CIUDADANAS

Ahora, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los aprendizajes en las **competencias ciudadanas**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que para el grupo de administración y afines los programas que más aportan son Administración de Empresas Girardot, Facatativá y Ubaté, en el grupo de ingeniería los

programas de Ingeniería Ambiental - Girardot, Ingeniería de Software - Soacha e Ingeniería de Sistemas -Ubaté, y en el grupo de ciencias agropecuarias están Zootecnia - Fusagasugá y Administración Agropecuaria - Ubaté.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	1.20	45	44
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FACATATIVÁ	0.08	47	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	0.02	47	48
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -CHÍA	-0.25	48	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FUSAGASUGÁ	-0.41	48	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	-0.18	48	48
2	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	-0.34	48	47
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.55	48	47

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA DE SISTEMAS-UBATÉ	0.31	51	60
2	INGENIERIA DE SISTEMAS-FACATATIVÁ	0.27	50	50
3	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.24	50	49
4	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	0.04	50	50
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.88	52	51
6	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-1.14	52	50

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	4.14	44	39
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	1.41	48	46
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	0.96	48	42
4	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	0.08	48	48

## INGLÉS

En este apartado se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el desarrollo de las competencias en **inglés**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que para el grupo de administración y afines los programas que más aportan son Administración de Empresas Girardot y Facatativá, en el grupo de ingeniería los programas de Ingeniería de Sistemas Facatativá – Ubaté e Ingeniería Ambiental Girardot, y en el grupo de ciencias agropecuarias están Zootecnia – Fusagasugá y Ubaté, Administración Agropecuaria – Ubaté e Ingeniería Agronómica Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.80	45	46
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FACATATIVÁ	0.07	47	49
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-CHÍA	-0.32	48	48
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -FUSAGASUGÁ	-0.57	48	50
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	-0.76	47	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	-0.11	48	43
2	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.25	48	47
3	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	-0.37	48	47

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA DE SISTEMAS- FACATATIVÁ	0.34	50	52
2	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	0.31	51	46
3	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.22	50	51
4	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	-0.07	50	50
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.88	52	53
6	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-1.16	52	54

### Ciencias Agropecuarias



	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	5.10	44	45
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	2.82	48	48
3	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	2.78	48	48
4	ZOOTECNIA-UBATÉ	2.33	48	42

## PUNTAJE GLOBAL SABER PRO

Las sedes que aportan o generar un efecto sobre el desarrollo de las competencias genéricas para el grupo de administración y afines son Girardot y Facatativá; para el grupo de ingeniería están los programas de Ingeniería de Sistemas de Facatativá y Ubaté, Ingeniería Ambiental -Girardot e Ingeniería Industrial Soacha.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.79	45	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-FACATATIVÁ	0.14	47	49
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-CHÍA	-0.27	48	47
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -FUSAGASUGÁ	-0.53	48	50
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	-0.70	47	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	-0.19	48	49
2	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	-0.26	48	47
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.26	48	48

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA DE SISTEMAS- FACATATIVÁ	0.31	50	51
2	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	0.31	51	54
3	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.15	50	51
4	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	0.00	50	51
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.88	52	53

6	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-1.14	52	52
---	-----------------------------	-------	----	----

## Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	5.14	44	40
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	2.75	48	48
3	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	2.52	48	49
4	ZOOTECNIA-UBATÉ	2.37	48	43

### 5.1.1.2. MEDICIÓN DE VALOR AGREGADO 2017

Para la medición de valor agregado, se determinaron las correlaciones a nivel de estudiantes entre los puntajes de los módulos genéricos, donde se evidencia que las correlaciones entre las pruebas SABER PRO (sus correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,5) y las de SABER 11° (cuyas correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,5) guardan similitudes, esto se debe a que las pruebas saber tiene niveles de confiabilidad muy similares y se encuentran alineadas.

	B.PMA	B.PLC	B.PSC	B.PIN	B.RC	B.LC	B.CC	B.ING
B.PMA	<b>1.0000000</b>							
B.PLC	0.3999012	<b>1.0000000</b>						
B.PSC	0.3736984	0.5563928	<b>1.0000000</b>					
B.PIN	0.3539797	0.4454750	0.4365755	<b>1.0000000</b>				
B.RC	0.3721127	0.2351481	0.2668929	0.2385076	<b>1.0000000</b>			
B.LC	0.2229313	0.3036962	0.2990005	0.2725780	0.4394153	<b>1.0000000</b>		
B.CC	0.1678452	0.2781947	0.2997446	0.1900965	0.3037922	0.5194330	<b>1.0000000</b>	
B.ING	0.2295072	0.2510784	0.2185779	0.4266099	0.3179042	0.3635954	0.3087272	<b>1.0000000</b>

### RAZONAMIENTO CUANTITATIVO:

En las siguientes tablas se muestran los efectos de las diferentes sedes de la institución que aportan al logro de los estudiantes para el periodo 2017; específicamente, se presenta el ranking de las sedes para cada grupo de referencia (administración y afines, contaduría, ingeniería y ciencias agropecuarias) en la prueba de **razonamiento cuantitativo** (es importante indicar que para el análisis comparativo se hace necesario tener un umbral de 30 estudiantes); es así como, se evidencia que todos los programas de Administración de Empresas de las sedes aportan a sus estudiantes, (siendo la sede de Girardot y Ubaté las que más efecto presentan) de la misma manera que todas las sedes de los programas que pertenecen al grupo de referencia de contaduría y afines; en ingeniería se encuentran los programas de Ingeniería Industrial de Soacha e Ingeniería

Ambiental de Girardot, y para las ciencias agropecuarias está el programa de Zootecnia de Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	1.44	46	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	1.27	47	45
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	0.70	49	52
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -FUSAGASUGÁ	0.64	49	52
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.27	49	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.53	49	49
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.46	49	53
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0..05	49	53

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	0.56	50	51
2	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.10	51	54
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- FACATATIVÁ	-0.16	50	51
4	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-0.50	50	51
5	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-0.54	52	53
6	INGENIERIA ELECTRONICA - FUSAGASUGÁ	-1.04	52	52
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	-2.18	53	49

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	1.55	46	49
2	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	-0.84	49	51
3	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-1.50	52	54
4	ZOOTECNIA-UBATÉ	-2.41	48	48

## LECTURA CRÍTICA

A continuación, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los aprendizajes en la competencia de **lectura crítica**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que, para el grupo de administración y afines, la mayoría de los programas aportan al logro de los aprendizajes, en el grupo de contaduría y afines las sedes de Ubaté y Fusagasugá, en ingeniería los programas de Ingeniería Industrial – Soacha, Ambiental - Girardot, e Ingeniería de Sistemas -Chía, y en el grupo de ciencias agropecuarias están Zootecnia – Fusagasugá y Administración Agropecuaria – Ubaté.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	1.44	46	46
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.70	47	44
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	0.37	49	51
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -FUSAGASUGÁ	0.25	49	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	-0.09	49	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.59	49	48
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.56	49	51
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.38	49	50

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA INDUSTRIAL-SOACHA	0.37	50	51
2	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.24	51	54
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	0.24	50	51
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	-0.14	50	51
5	INGENIERIA ELECTRONICA - FUSAGASUGÁ	-0.55	52	53
6	INGENIERIA SISTEMAS- FACATATIVÁ	-1.33	52	52
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	-1.43	53	49

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	1.39	49	50
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	1.25	46	46

3	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-1.29	52	48
---	----------------------------------	-------	----	----

## COMPETENCIAS CIUDADANAS

Ahora, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los aprendizajes en las **competencias ciudadanas**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que para el grupo de administración y afines todos los programas aportan al logro de los aprendizajes, en el grupo de contaduría la sede Ubaté y Fusagasugá, Ingeniería Ambiental – Girardot e Ingeniería de Sistemas -Soacha y Fusagasugá, y en el grupo de ciencias agropecuarias están Zootecnia – Fusagasugá y Administración Agropecuaria – Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	1.33	46	42
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.75	49	44
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	0.74	49	49
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ	0.67	47	43
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.67	49	46

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.41	49	47
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.18	49	47
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.21	49	50

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA INDUSTRIAL- CHÍA	0.64	50	51
2	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.49	49	49
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- SOACHA	0.36	49	47
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	0.04	50	49
5	INGENIERIA ELECTRONICA - FUSAGASUGÁ	-0.34	51	47
6	INGENIERIA SISTEMAS- FACATATIVÁ	-1.05	53	45
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	-1.15	53	46

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
--	---------------------------	---------	------	----

1	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	0.09	52	45
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	0.02	46	44
3	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	-1.55	49	52

## INGLÉS

En este apartado se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el desarrollo de las competencias en **inglés**, es decir, la magnitud del valor agregado, allí se observa que la mayoría de los programas del grupo de administración y afines generan valor, en el grupo de contaduría están las sedes de Ubaté y Fusagasugá, en el grupo de ingeniería los programas de Ingeniería Industrial de Soacha, Ingeniería Ambiental Girardot, Ingeniería Electrónica de Fusagasugá e Ingeniería de Sistemas - Fusagasugá, y en el grupo de ciencias agropecuarias está el programa de Zootecnia - Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.71	46	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-UBATÉ	0.68	47	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	0.40	49	50
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	0.06	49	49
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	-0.54	49	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.80	49	46
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.19	49	48
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.57	49	50

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.64	50	51
2	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.49	49	49
3	INGENIERIA ELECTRONICA - FUSAGASUGÁ	0.36	49	47
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	0.04	50	49
5	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.34	51	47
6	INGENIERIA SISTEMAS-UBATÉ	-1.05	53	45
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- FACATATIVÁ	-1.15	53	46

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	1.43	46	46
2	INGENIERIA AGRONOMICA-FUSAGASUGÁ	-1.41	52	49
3	ADMINISTRACION AGROPECUARIA-UBATÉ	-1.99	49	54

## PUNTAJE GLOBAL SABER PRO

Las sedes que aportan o generar un efecto en el desarrollo de las competencias genéricas para el grupo de administración y afines son Girardot, Ubaté, Facatativá y Fusagasugá; para el grupo de contaduría y afines está Ubaté y Fusagasugá, en ingeniería están los programas de Ingeniería Industrial de la sede Soacha e Ingeniería Ambiental -Girardot y con respecto al grupo de ciencias agropecuarias está Zootecnia -Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.98	46	45
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -UBATÉ	0.77	47	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	0.38	49	50
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	0.25	49	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	-0.10	49	48

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.57	49	48
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.26	49	50
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.24	49	50

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.41	49	50
2	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.34	49	49
3	INGENIERIA DE SISTEMAS - CHÍA	-0.09	50	52
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	-0.14	50	52
5	INGENIERIA DE ELECTRÓNICA- FUSAGASUGÁ	-0.37	51	48
6	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	-1.07	53	51
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	-1.24	53	47

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	0.72	46	47
2	INGENIERIA AGRONOMICA- UBATÉ	-0.04	49	51

3	ADMINISTRACION AGROPECUARIA- FUSAGASUGÁ	-0.70	52	49
---	---	-------	----	----

### 5.1.1.3. MEDICIÓN DE VALOR AGREGADO 2016

Como en los casos anteriores, se determinaron las correlaciones a nivel de estudiantes entre los puntajes de los módulos genéricos, donde se evidencia que las correlaciones entre las pruebas SABER PRO (sus correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,6) y las de SABER 11° (cuyas correlaciones oscilan entre 0,3 y 0,5) guardan similitudes, esto se debe a que las pruebas saber tiene niveles de confiabilidad muy similares y se encuentran alineadas.

	B.PMA	B.PLC	B.PSC	B.PIN	B.RC	B.LC	B.CC	B.ING
B.PMA	1.0000000							
B.PLC	0.4425505	1.0000000						
B.PSC	0.4421852	0.5421017	1.0000000					
B.PIN	0.3236533	0.4636518	0.3932915	1.0000000				
B.RC	0.3816732	0.2289697	0.2952209	0.1799753	1.0000000			
B.LC	0.2908745	0.3449702	0.3586329	0.2674498	0.4569721	1.0000000		
B.CC	0.2337867	0.2991297	0.2942850	0.1934360	0.3917696	0.6307790	1.0000000	
B.ING	0.1812490	0.1958525	0.2019197	0.3594139	0.3296366	0.3971893	0.3569785	1.0000000

### RAZONAMIENTO CUANTITATIVO:

En las tablas que se presentan a continuación, se muestran los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los estudiantes en el periodo 2016; específicamente, se presenta el ranking de las sedes para cada grupo de referencia (administración y afines, contaduría, ingeniería y ciencias agropecuarias) en la prueba de **razonamiento cuantitativo**. En el grupo de administración y afines, las sedes que aportaron a sus estudiantes fueron Girardot, Ubaté y Chía, con relación al grupo de referencia de contaduría y afines ésta Fusagasugá; en ingeniería se encuentran los programas de Sistemas de Facatativá, Fusagasugá, Ubaté y Chía, y para las ciencias agropecuarias está el programa de Administración agropecuaria de Fusagasugá.

#### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS-GIRARDOT	0.59	49	46
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS -UBATÉ	0.52	49	49
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.32	49	52
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	-0.07	50	51
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.23	50	51

#### Contaduría y afines



	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.33	49	53
2	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.01	50	51

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	1.84	49	54
2	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	0.34	53	54
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- UBATÉ	0.31	51	53
4	INGENIERIA DE SISTEMAS - CHÍA	0.07	52	57
5	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.16	53	56
6	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.29	53	56
7	INGENIERIA DE ELECTRÓNICA- FUSAGASUGÁ	-0.83	54	60

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA- FUSAGASUGÁ	0.75	51	55
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	-0.13	51	53

## LECTURA CRÍTICA

A continuación, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución en el logro de los aprendizajes en la competencia de **lectura crítica**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que, para el grupo de administración y afines, la mayoría de los programas aportaron al logro de los aprendizajes, en el grupo de contaduría y afines las sedes de Facatativá y Fusagasugá, en el grupo de ingeniería se encuentran los programas de Ingeniería de Sistemas de las sedes de Facatativá, Fusagasugá, Ubaté y Chía y en el grupo de ciencias agropecuarias está el programa de Ingeniería Agronómica – Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.88	49	44
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT	0.48	49	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.33	49	52
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	0.24	50	47
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-1.23	50	50

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.17	50	48
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.14	49	50

## Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	1.60	49	53
2	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	0.62	53	50
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	0.32	52	52
4	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	0.11	51	56
5	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.15	53	52
6	INGENIERIA DE ELECTRÓNICA- FUSAGASUGÁ	-0.31	54	50
7	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.66	53	53

## Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	0.24	51	51
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	-0.13	51	51

## COMPETENCIAS CIUDADANAS

Ahora, se presentan los efectos de las diferentes sedes de la institución, sobre el logro de los aprendizajes de las **competencias ciudadanas**, es decir, la magnitud del valor agregado. Se observa que para el grupo de administración y afines el 75% de los programas de administración de empresas aportan al logro de los aprendizajes; en el grupo de contaduría y afines, la sede de Facatativá, en el grupo de Ingeniería está Sistemas de las sedes de Facatativá, Fusagasugá, Chía y Ubaté; y en el grupo de ciencias agropecuarias está la ingeniería agronómica – Fusagasugá.

## Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.85	49	45
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT	0.48	49	47
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.47	50	48
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - CHÍA	0.4	49	49
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.68	50	52

## Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.12	50	49
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	-0.03	49	50

## Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	1.60	49	48
2	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	0.44	53	52

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
3	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	0.17	52	52
4	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	0.09	51	45
5	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.08	53	52
6	INGENIERIA DE ELECTRÓNICA- FUSAGASUGÁ	-0.36	54	53
7	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.53	53	53

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	0.17	51	52
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	-0.37	51	52

### INGLÉS

Con relación al efecto de la institución sobre el desarrollo de las competencias en inglés se encuentra que el 75% de los programas de administración de empresas generaron aporte, al igual que todos los programas del grupo de contaduría y afines. y ciencias agropecuarias; para el grupo de ingeniería están los programas de las Ingenierías de Sistemas de Facatativá, Electrónica - Fusagasugá e Industrial de Soacha.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.84	49	46
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT	0.32	49	47
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.16	50	46
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - CHÍA	0.12	49	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-1.15	50	50

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.28	50	47
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.19	49	49

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	1.23	49	51
2	INGENIERIA DE ELECTRÓNICA- FUSAGASUGÁ	0.49	54	52
3	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.11	53	50
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- FUSAGASUGÁ	-0.18	53	50
5	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.64	51	52

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
6	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.74	53	51
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.75	52	54

### Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	0.14	51	48
2	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	0.00	51	51

## PUNTAJE GLOBAL SABER PRO

Las sedes que aportan o generar un efecto en el desarrollo de las competencias genéricas para el grupo de administración y afines son Girardot, Ubaté, Chía y Fusagasugá; para el grupo de contaduría y afines está Facatativá y Fusagasugá, en el grupo de referencia de ingeniería están los programas de Ingeniería de Sistemas Facatativá y Fusagasugá, Ingeniería Electrónica de Fusagasugá y con respecto al grupo de ciencias agropecuarias está Zootecnia -Fusagasugá e Ingeniería Agronómica - Fusagasugá.

### Administración y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.67	49	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT	0.39	49	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.27	49	50
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	0.20	50	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.84	50	51

### Contaduría y afines

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.20	50	49
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.05	49	50

### Ingeniería

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	1.36	49	51
2	INGENIERIA DE SISTEMAS - FUSAGASUGÁ	0.32	53	51
3	INGENIERIA ELECTRÓNICA - FUSAGASUGÁ	0.01	54	53
4	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.01	52	52
5	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.03	51	52
6	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.04	53	52
7	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.47	53	53

## Ciencias Agropecuarias

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	0.86	51	52
2	ZOOTECNIA-FUSAGASUGÁ	0.31	51	49

## 5.2. MEDICIÓN DE VALOR AGREGADO 2016-2018

En este numeral se presentan los resultados de la medición de valor agregado durante los periodos 2016 al 2018, en este caso solo se presentan los análisis de los índices de correlación interclase, ya que la interpretación de los efectos y correlación son similares a las ya presentadas. Es importante también indicar que se presentan las estimaciones para cada grupo de referencia de los puntajes previos de lenguaje, matemáticas, ciencias sociales -competencias ciudadanas e inglés como predictores importantes en las pruebas genéricas de saber pro.

## PUNTAJE GLOBAL PRUEBA SABER PRO

	B.PMA	B.PLC	B.PSC	B.PIN	B.RC	B.LC	B.ING	B.CC
B.PMA	1.0000000							
B.PLC	0.4202217	1.0000000						
B.PSC	0.4006965	0.5600354	1.0000000					
B.PIN	0.3415207	0.4483625	0.4276969	1.0000000				
B.RC	0.3796971	0.2483192	0.2939089	0.2134472	1.0000000			
B.LC	0.2586699	0.3308610	0.3423355	0.2819973	0.4637457	1.0000000		
B.ING	0.2140619	0.2373007	0.2339218	0.4246663	0.3124578	0.3960249	1.0000000	
B.CC	0.2092263	0.2918074	0.3124143	0.2076494	0.3600285	0.5534389	0.3512281	1.0000000

Grupo de Referencia	Intercepto	S11_Matemáticas	S11_Lenguaje	S11_Inglés	S11_C.Sociales
ADMINISTRACIÓN Y AFINES	30.10590	0.12460993	-0.004638405	0.05281016	0.19738298
CONTADURÍA Y AFINES	25.32233	0.1249355	0.121739612	0.13940357	0.10449631
INGENIERÍA	31.42048	0.07986358	0.073009085	0.11944206	0.11973257
CIENCIAS AGROPECUARIAS	25.83331	0.07030796	0.127861949	0.1141672	0.12565783
EDUCACIÓN	28.97577	0.04520058	0.189434649	0.14072332	0.04600825

## > Efectos(B11) # ADMINISTRACIÓN Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- GIRARDOT	0.81	47	46
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ	0.47	48	47
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.13	49	49
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - CHÍA	-0.04	49	48

5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.06	49	50
---	--	-------	----	----

### > Efectos(B12) #CONTADURÍA Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.42	48	47
2	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.19	49	49
3	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.11	49	50

### > Efectos(B13) #INGENIERÍA

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	0.22	51	51
2	INGENIERIA DE SISTEMAS - FUSAGASUGÁ	0.16	51	51
3	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.12	51	51
4	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.01	50	51
5	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.27	51	50
6	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.34	52	52
7	INGENIERIA ELECTRÓNICA - FUSAGASUGÁ	-0.39	53	50
8	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.41	52	53

### > Efectos(B14) #CIENCIAS AGROPECUARIAS

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA - UBATÉ	3.59	45	42
2	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ	2.08	48	47
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	1.99	48	43
4	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	1.05	49	50

### > Efectos(B15) #EDUCACIÓN

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EDUC FISICA_RECREACION_DEPOR TES- FUSAGASUGÁ	0.25	48	47
2	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS_HUMANIDADES: LENGUA CASTELLA NA E INGLES - GIRARDOT	0.00	48	49
3	LIC_EDUCACION_BASICA_ENFASIS_CIENCIAS_SOCIALES - FUSAGASUGÁ	-0.55	49	50
4	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ	-1.38	52	51

Como se indicó en el apartado anterior, el índice de correlación intraclase ICC es la herramienta que permite entender las desigualdades que pueden presentarse o asociarse a cada sede, por ejemplo para los **resultados globales de la prueba saber pro 2016-2018**, del grupo de referencia de administración de empresas el ICC es 0,030 significa que el 3% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 97%

se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución; en términos generales se observa que para los demás grupos de referencia el ICC también son pequeños, lo que se puede inferir es que dicha variabilidad obedece a gran parte de las diferencias de los estudiantes es decir, por las características propias de los estudiantes puesto que la variabilidad entre las sedes de la institución es muy baja.

GRUPO DE REFERENCIA	Sigma_Efecto	Sigma	ICC
1. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AFINES	0.911	29.238	0.030
2 CONTADURÍA Y AFINES	0.888	25.770	0.033
3 INGENIERÍA	0.000	28.766	0.000
4 CIENCIAS AGROPECUARIAS	5.057	28.604	0.150
5 EDUCACIÓN	1.465	32.547	0.043

## RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

GRUPO DE REFERENCIA	Intercepto	S11_Matemáticas	S11_Lenguaje	S11_inglés	S11_C. Sociales
ADMINISTRACIÓN Y AFINES	30.50297	0.2626428	-0.03064525	-0.03407352	0.18692346
CONTADURÍA Y AFINES	27.38488	0.2811548	0.05781008	0.03846866	0.11255620
INGENIERÍA	34.83381	0.2504411	-0.01694627	0.02760692	0.13496861
CIENCIAS AGROPECUARIAS	23.68882	0.2027882	0.09844860	0.01430482	0.20356664
EDUCACIÓN	27.91432	0.1614916	0.14541076	0.07640591	0.04864262

### > Efectos(B11) #ADMINISTRACIÓN Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- GIRARDOT	1.04	47	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ	0.25	48	48
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.15	49	49
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FACATATIVÁ	-0.03	49	51
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	-0.03	49	51

### > Efectos(B12) #CONTADURÍA Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.43	48	50
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.25	49	53
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.17	49	52

### > Efectos(B13) #INGENIERÍA

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	0.31	51	56
2	INGENIERIA DE SISTEMAS - FUSAGASUGÁ	-0.09	51	55
3	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.09	51	56

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
4	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.14	50	54
5	INGENIERÍA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.77	52	58
6	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.84	51	52
7	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.85	52	56
8	INGENIERIA ELECTRÓNICA - FUSAGASUGÁ	-1.22	53	57

### > Efectos(B14) #CIENCIAS AGROPECUARIAS

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA - UBATÉ	4.74	45	40
2	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ	3.46	48	51
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	3.28	48	48
4	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	2.34	49	54

### > Efectos(B15) #EDUCACIÓN

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EDUC FISICA_RECREACION_DEPOR TES- FUSAGASUGÁ	-0.09	48	48
2	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS_HUMANIDADES: LENGUA CASTELLANA E INGLES - GIRARDOT	-0.14	48	45
3	LIC_EDUCACION_BASICA_ENFASIS_CIENCIAS_SOCIALES - FUSAGASUGÁ	-0.78	49	48
4	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ	-2.09	52	56

El índice de correlación intraclase obtenido en la prueba de **razonamiento cuantitativo** para cada grupo de referencia se muestra en la siguiente tabla, donde se visualiza por ejemplo que para educación el ICC es 0.263, lo que significa que el 26% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 74% se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución.

Grupo de Referencia	Sigma_Efecto	Sigma	ICC
1. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AFINES	1.300	56.138	0.023
2 CONTADURÍA Y AFINES	0.859	53.765	0.016
3 INGENIERÍA	0.757	46.292	0.016
4 CIENCIAS AGROPECUARIAS	19.864	55.727	0.263
5 EDUCACIÓN	13.394	63.797	0.174

## LECTURA CRÍTICA

Grupo de Referencia	Intercepto	S11_Matemáticas	S11_Lenguaje	S11_inglés	S11_C. Sociales
ADMINISTRACIÓN Y AFINES	24.60670	0.12665607	0.04841528	0.05445786	0.2555679



CONTADURÍA Y AFINES	19.07760	0.16306265	0.17838137	0.15048940	0.1246566
INGENIERÍA	27.58769	0.05274227	0.12571390	0.10026800	0.1987885
CIENCIAS AGROPECUARIAS	17.75353	0.10829806	0.20855110	0.14372258	0.1925255
EDUCACIÓN	22.42717	0.06555284	0.26155108	0.12149270	0.1411733

### > Efectos(B11) #ADMINISTRACIÓN Y AFINES

PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE		EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- GIRARDOT	1.08	47	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ	0.65	48	45
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.26	49	48
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FACATATIVÁ	-0.05	49	50
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	-0.19	49	49

### > Efectos(B12) #CONTADURÍA Y AFINES

PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE		EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.25	48	48
2	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.04	49	50
3	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.05	49	48

### > Efectos(B13) #INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE		EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA DE SISTEMAS - FUSAGASUGÁ	0.28	51	51
2	INGENIERIA SISTEMAS - FACATATIVÁ	0.20	51	52
3	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	0.10	50	51
4	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.07	51	52
5	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.21	52	52
6	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.33	51	52
7	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.49	52	53
8	INGENIERIA ELECTRÓNICA - FUSAGASUGÁ	-0.51	53	51

### > Efectos(B14) #CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE		EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA - UBATÉ	2.91	45	43
2	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ	0.70	48	48
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	0.43	48	48
4	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.48	49	50

### > Efectos(B15) #EDUCACIÓN

PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE		EFEECTO	PS11	PU
---------------------------	--	---------	------	----

1	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EDUC FISICA_RECREACION_DEPOR TES- FUSAGASUGÁ	0.41	48	47
2	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS_HUMANIDADES: LENGUA CASTELLANA E INGLES - GIRARDOT	0.12	48	51
3	LIC_EDUCACION_BASICA_ENFASIS_CIENCIAS_SOCIALES - FUSAGASUGÁ	-0.72	49	53
4	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ	-2.04	52	53

El índice de correlación intraclase obtenido en la prueba de lectura crítica para cada grupo de referencia se muestra en la siguiente tabla, donde se visualiza por ejemplo que para educación el ICC es 0.05, lo que significa que el 5% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 95% se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución.

Grupo de Referencia	Sigma_Efecto	Sigma	ICC
1. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AFINES	1.051	64.089	0.016
2 CONTADURÍA Y AFINES	0.206	60.329	0.003
3 INGENIERÍA	0.000	63.454	0.000
4 CIENCIAS AGROPECUARIAS	0.000	57.058	0.000
5 EDUCACIÓN	3.919	67.518	0.055

## COMPETENCIAS CIUDADANAS

GRUPO DE REFERENCIA	Intercepto	S11_Matemáticas	S11_Lenguaje	S11_inglés	S11_C. Sociales
ADMINISTRACIÓN Y AFINES	25.00208	0.094124550	0.1352659	-0.10686155	0.3254958
CONTADURÍA Y AFINES	21.42614	0.122161225	0.2097271	.07624885	00.1484638
INGENIERÍA	27.14610	0.049840857	0.1108636	0.04944588	0.2370396
CIENCIAS AGROPECUARIAS	28.03377	-0.059349053	0.2155781	0.02842900	0.2019858
EDUCACIÓN	24.53978	-0.009603768	0.2832393	0.07382998	0.1004402

### > Efectos(B11) #ADMINISTRACIÓN Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- GIRARDOT	0.92	47	44
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - UBATÉ	0.51	48	45
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FUSAGASUGÁ	0.29	49	47
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - CHÍA	0.03	49	47
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.30	49	49

### > Efectos(B12) #CONTADURÍA Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.12	48	47

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
2	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	-0.05	49	49
3	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	-0.33	49	49

### > Efectos(B13) #INGENIERÍA

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA SISTEMAS - FUSAGASUGÁ	0.26	51	50
2	INGENIERIA DE SISTEMAS - FACATATIVÁ	0.22	51	48
3	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	0.05	51	50
4	INGENIERÍA AMBIENTAL-GIRARDOT	-0.09	50	50
5	INGENIERIA DE SISTEMAS- CHÍA	-0.09	52	50
6	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.33	51	47
7	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.51	52	51
8	INGENIERIA ELECTRÓNICA - FUSAGASUGÁ	-0.74	53	50

### > Efectos(B14) #CIENCIAS AGROPECUARIAS

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA - UBATÉ	2.82	45	41
2	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ	0.85	48	46
3	ZOOTECNIA-UBATÉ	0.77	48	42
4	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	0.20	49	48

### > Efectos(B15) #EDUCACIÓN

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EDUC FISICA_RECREACION _DEPORTES- FUSAGASUGÁ	0.48	48	45
2	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS_HUMANIDADES: LENGUA CASTELLANA E INGLÉS - GIRARDOT	0.27	48	44
3	LIC_EDUCACION_BASICA_ENFASIS_CIENCIAS_SOCIALES - FUSAGASUGÁ	-0.43	49	49
4	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ	-1.19	52	47

El índice de correlación intraclase obtenido en la prueba de competencias ciudadanas para cada grupo de referencia se muestra en la siguiente tabla, donde se visualiza por ejemplo que para educación el ICC es 0.039, lo que significa que el 3% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 97% se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución.

Grupo de Referencia	Sigma_Efecto	Sigma	ICC
1. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AFINES	1.521	67.432	0.022

2 CONTADURÍA Y AFINES	0.000	69.724	0.000
3 INGENIERÍA	0.000	80.014	0.000
4 CIENCIAS AGROPECUARIAS	1.762	70.502	0.024
5 EDUCACIÓN	3.439	85.770	0.039

## INGLÉS

Grupo de Referencia	Intercepto	S11_Matemáticas	S11_Lenguaje	S11_inglés	S11_C. Sociales
ADMINISTRACIÓN Y AFINES	31.44649	0.04299731	-0.06933665	0.2588047	0.11452455
CONTADURÍA Y AFINES	22.46144	0.07790297	0.04748871	0.3345943	0.05938690
INGENIERÍA	27.67949	0.03971024	0.04280945	0.3794289	0.02168460
CIENCIAS AGROPECUARIAS	22.32919	0.02873719	0.04791578	0.4135386	0.06514898
EDUCACIÓN	34.09267	-0.05317293	0.07858265	0.3980588	-0.06549156

### > Efectos(B11) #ADMINISTRACIÓN Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- UBATÉ	0.67	49	47
2	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - GIRARDOT	0.39	49	46
3	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- CHÍA	0.27	49	50
4	ADMINISTRACION DE EMPRESAS - FUSAGASUGÁ	0.20	50	48
5	ADMINISTRACION DE EMPRESAS- FACATATIVÁ	-0.84	50	51

### > Efectos(B12) #CONTADURÍA Y AFINES

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	CONTADURIA PUBLICA- UBATÉ	0.71	48	44
2	CONTADURIA PUBLICA- FACATATIVÁ	0.31	49	48
3	CONTADURIA PUBLICA- FUSAGASUGÁ	0.18	49	48

### > Efectos(B13) #INGENIERÍA

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	INGENIERIA ELECTRONICA- FUSAGASUGÁ	-0.12	53	50
2	INGENIERIA INDUSTRIAL- SOACHA	-0.24	51	50
3	INGENIERIA DE SISTEMAS - FACATATIVÁ	-0.42	51	52
4	INGENIERIA DE SISTEMAS - UBATÉ	-0.50	51	53
5	INGENIERIA DE SISTEMAS -FUSAGASUGÁ	-0.51	51	52
6	INGENIERÍA AMBIENTAL - GIRARDOT	-0.56	50	50
7	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.92	52	53
8	INGENIERIA DE SISTEMAS-CHÍA	-1.32	52	53

### > Efectos(B14) #CIENCIAS AGROPECUARIAS

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
--	---------------------------	---------	------	----

1	ADMINISTRACION AGROPECUARIA - UBATÉ	2.44	45	46
2	ZOOTECNIA-UBATÉ	0.87	48	42
3	ZOOTECNIA- FUSAGASUGÁ	0.68	48	47
4	INGENIERIA AGRONOMICA - FUSAGASUGÁ	-0.75	49	49

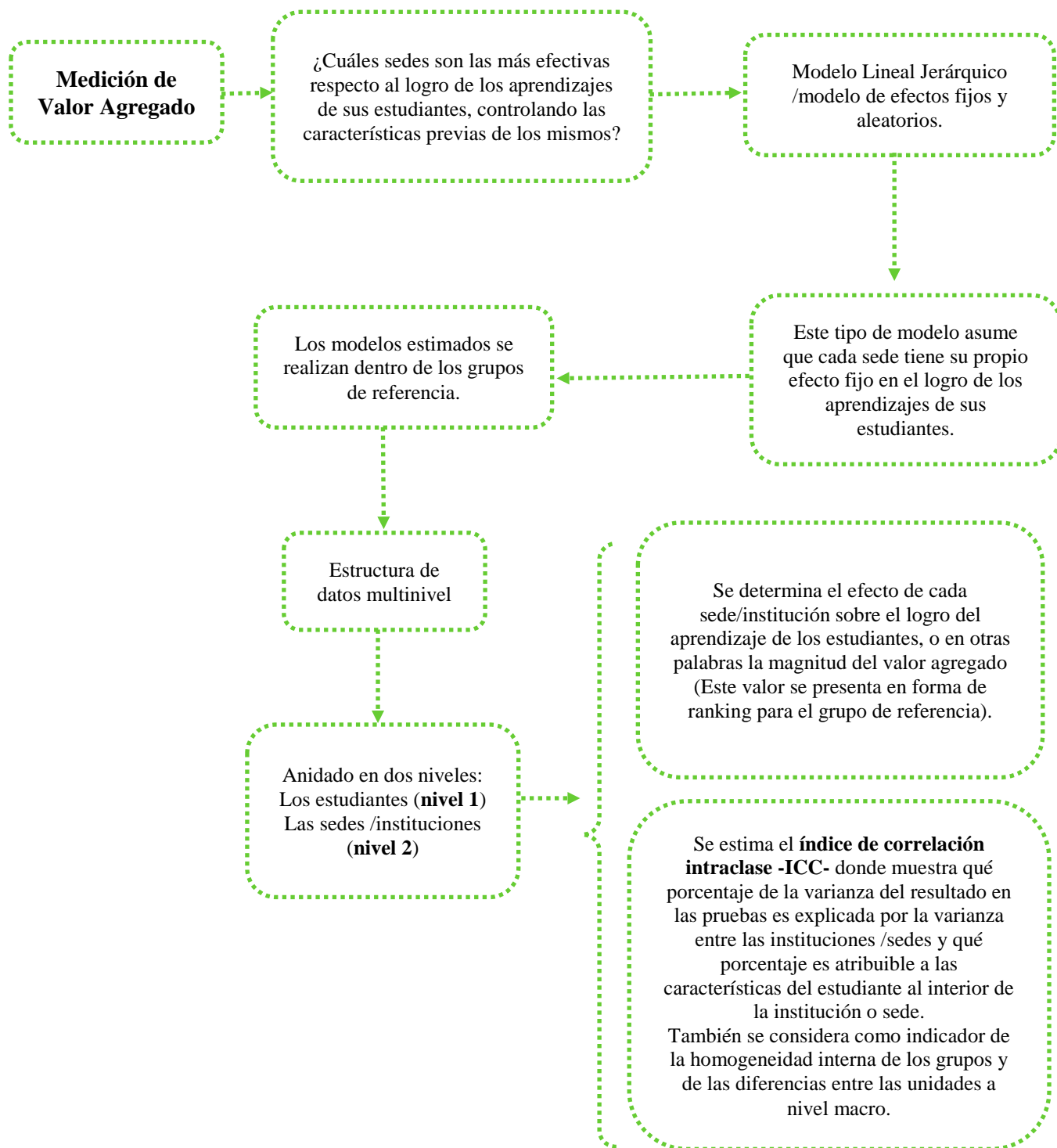
### > Efectos(B15) #EDUCACIÓN

	PROGRAMA ACADÉMICO - SEDE	EFEECTO	PS11	PU
1	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS EDUC FISICA_RECREACION_DEPORTES-FUSAGASUGÁ	-0.06	48	46
2	LIC_EDUC_BAS_ENFASIS_HUMANIDADES: LENGUA CASTELLANA E INGLÉS - GIRARDOT	-0.51	48	56
3	LIC_EDUCACION_BASICA_ENFASIS_CIENCIAS_SOCIALES - FUSAGASUGÁ	-0.66	49	48
4	LICENCIATURA EN MATEMATICAS - FUSAGASUGÁ	-0.77	52	51

El índice de correlación intraclase obtenido en la prueba de inglés para cada grupo de referencia se muestra en la siguiente tabla, donde se visualiza por ejemplo que para educación el ICC es 0.271, lo que significa que el 27% de la variabilidad observada en la prueba se explica por la variabilidad entre las sedes mientras que el restante 73% se explica por la variabilidad al interior de cada sede de la institución.

<i>Grupo de Referencia</i>	<b>Sigma_Efecto</b>	<b>Sigma</b>	<b>ICC</b>
1. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AFINES	0.801	41.246	0.019
2 CONTADURÍA Y AFINES	2.515	40.069	0.059
3 INGENIERÍA	1.064	49.101	0.021
4 CIENCIAS AGROPECUARIAS	0.000	44.364	0.000
5 EDUCACIÓN	18.022	48.431	0.271

A modo de conclusión:





**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA



Resultados de las Pruebas Saber 2016-2019

## INTRODUCCIÓN

El Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior, Saber Pro, está compuesto por cinco módulos de competencias genéricas y específicas, las primeras son entendidas como aquellas que deben desarrollar todos los estudiantes sin distinción de su área de conocimiento, mientras que las específicas son aplicadas según los grupos de programas con características de formación similares<sup>25</sup>.

Este apartado tiene como objeto dar a conocer a toda la comunidad académica de la institución los resultados obtenidos por los estudiantes en las competencias genéricas y específica de los años 2016 al 2019.

### 6. 1. RESULTADOS PRUEBAS SABER - UDEC

#### 6.1.1. Generalidades del reporte de las pruebas saber pro y T&T a nivel institucional

<i>Nombre de la IES</i>	UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA-UDEC
<i>Código SNIES sede principal 1</i>	1214
<i>Tipo de institución</i>	Universidad
<i>Nivel socioeconómico</i>	2
<i>Sector</i>	Oficial departamental
<i>Región</i>	Andina
<i>Departamento</i>	Cundinamarca
<i>Municipio</i>	Fusagasugá

- **Inscritos:** estudiantes que finalizaron exitosamente el proceso de inscripción al examen.

<sup>25</sup> ICFES 2019.



- **Con resultados publicados:** evaluados que a la fecha de corte tienen publicados sus resultados y que se encontraban realizando el examen Saber Pro por primera vez. Las diferencias que se presentan entre la cantidad de estudiantes presentes y con resultados publicados se deben a: cuadernillos incalificables (dañados, faltantes o incompletos), estudiantes con acciones administrativas en curso y estudiantes que no hayan respondido alguna pregunta.

<i>PROGRAMA ACADÉMICO - SNIES</i>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<i>ADMINISTRACION DE EMPRESAS</i>	296	334	318	331
19761	93	87	68	88
19763	83	105	113	114
19785	120	142	137	129
<i>CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA EDUCACION</i>	73			
<i>FISICA</i>		133	146	111
15465	73	133	146	111
<i>CONTADURIA PUBLICA</i>	299	370	346	280
53668	154	126	154	93
53714	145	244	192	187
<i>INGENIERIA AGRONOMICA</i>	70	80	133	93
1928	70	80	133	93
<i>INGENIERIA DE SISTEMAS</i>	117	124	132	197
4087	37	40	42	74
5731	24	35	36	38
19774	56	49	54	85
<i>INGENIERIA ELECTRONICA</i>	34	39	32	59
4086	34	39	32	59
<i>INGENIERIA INDUSTRIAL</i>	85	103	124	81
53872	85	103	124	81
<i>LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN CIENCIAS SOCIALES</i>	39	45	52	45

<i>PROGRAMA ACADÉMICO - SNIES</i>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
20018	39	45	52	45
<i>LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN EDUCACION FISICA, RECREACIÓN Y DEPORTES</i>	66	74	72	89
10776	66	74	72	89
<i>LICENCIATURA EN MATEMATICAS</i>	10	29	18	12
20020	10	29	18	12
<i>MUSICA</i>	18	23	21	20
10528	18	23	21	20
<i>PSICOLOGÍA</i>	105	133	110	5
90941	105	133	110	5
<i>ZOOTECNIA</i>	41	54	43	100
889	41	54	43	100
<i>Total, general</i>	1253	1541	1547	1423

Fuente: Reporte de resultados agregados ICFES 2018.

## 6.1.2. Resultado global de las pruebas saber a nivel institucional

### 6.1.2.1. Promedio global y desviación estándar

Los resultados globales corresponden al promedio del puntaje global, que se obtiene a partir de los resultados obtenidos por los estudiantes en los módulos de las competencias. El promedio del puntaje global se encuentra expresado en una escala de 0 a 300. Para comparar resultados a través del tiempo, la media de la escala definida en la primera aplicación del examen se fijó en 150.

La desviación estándar, es una medida de dispersión de los datos, cuanto más alto sea este valor, más alejado del promedio del puntaje global se encontrarán los resultados de los estudiantes, lo cual indica mayor dispersión o heterogeneidad entre los puntajes globales obtenidos por ellos. Para comparar resultados a través del tiempo, la desviación estándar se fijó en 30.

Para el caso de las pruebas saber T&T el puntaje global se encuentra en una escala de 0 a 200, con una media teórica de 100 y desviación estándar de 20 puntos. En la siguiente tabla, se presenta el promedio global por nivel de agregación de cada una de las competencias genéricas a nivel institucional:

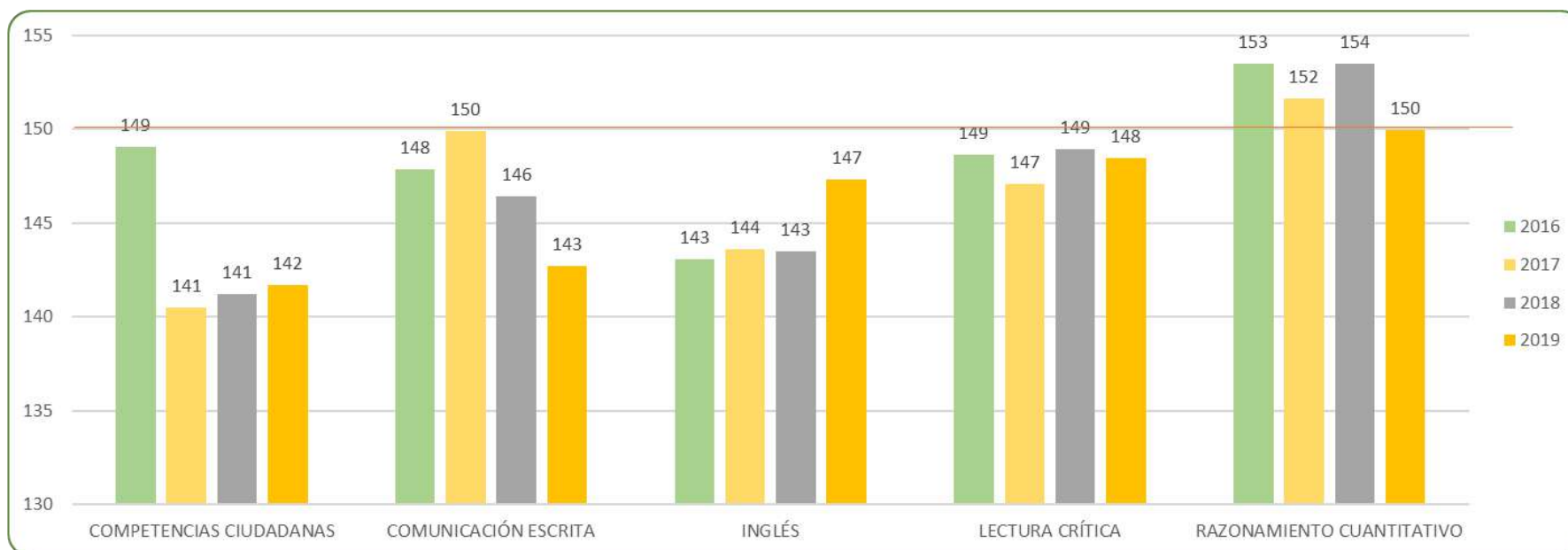


Gráfico 11. Histórico de los resultados en las competencias genéricas a nivel institucional. Saber Pro: 2016 - 2019. Fuente: PRISMA - ICFES 2019.

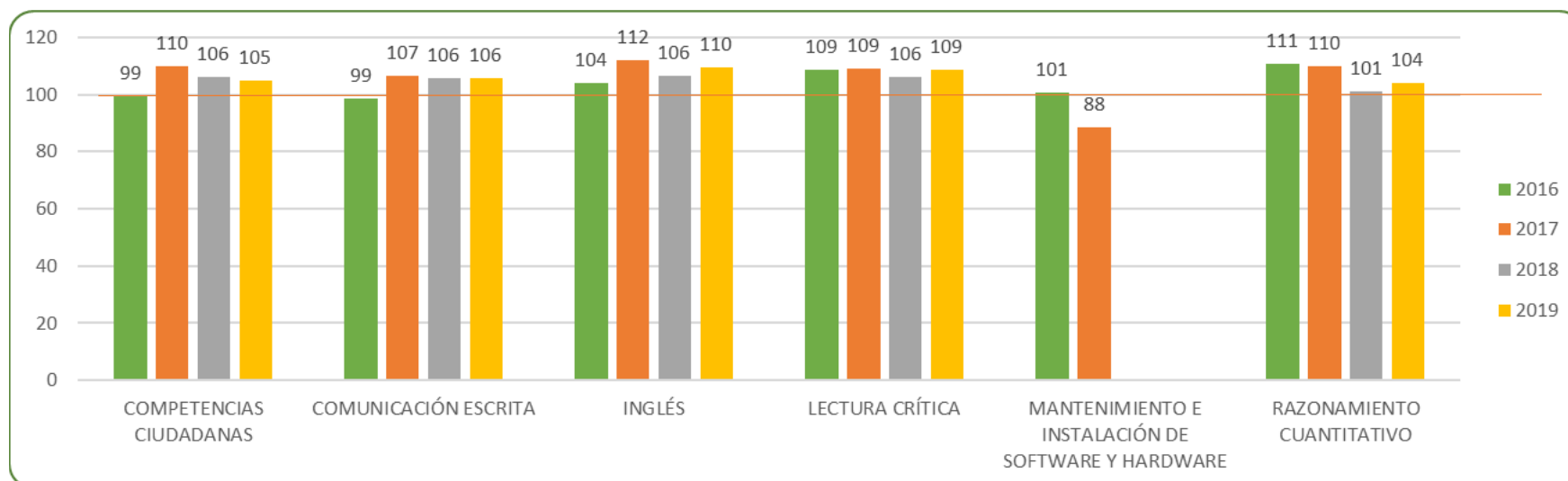


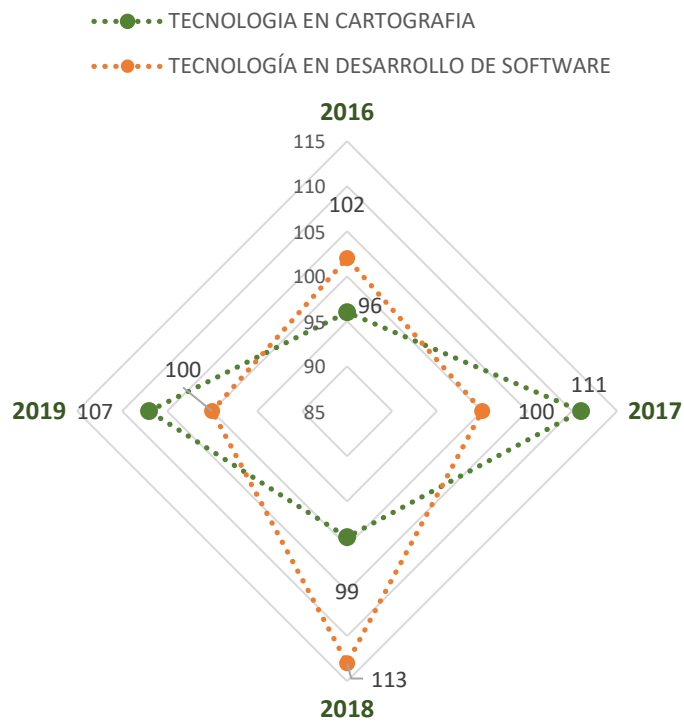
Gráfico 12. Histórico de los resultados en las competencias genéricas a nivel institucional. Saber T&T: 2016 - 2019. Fuente: PRISMA - ICFES 2019

### 6.1.3. Resultado global de las pruebas saber T&T por programa académico

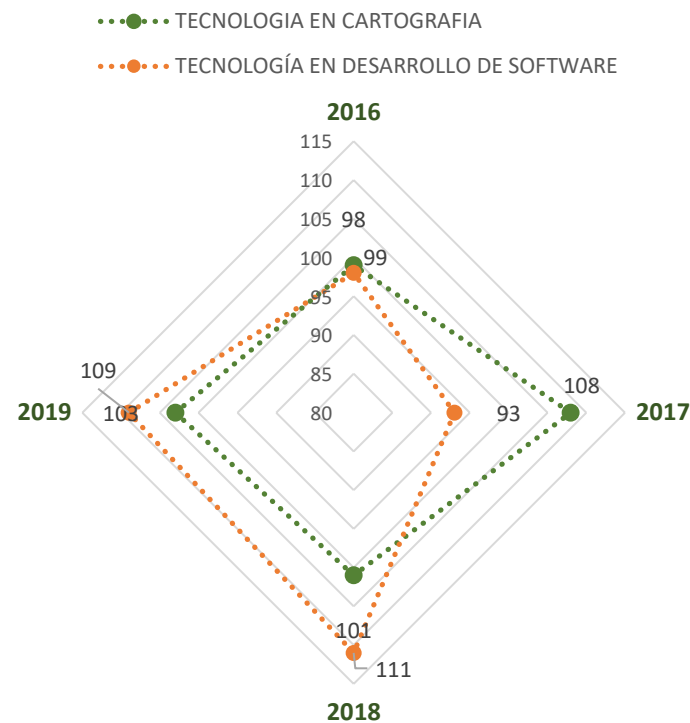
programas académicos, es importante indicar que el reporte de estos resultados no cuenta con la desviación estándar y la fuente corresponde a la plataforma prisma del ICFES.

PROGRAMA ACADÉMICO	COMPETENCIAS CIUDADANAS				COMUNICACIÓN ESCRITA				LECTURA CRÍTICA				RAZONAMIENTO CUANTITATIVO				INGLÉS			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA	96	111	99	107	99	108	101	103	109	110	98	105	111	109	95	102	103	113	100	107
TECNOLOGÍA EN DESARROLLO DE SOFTWARE	102	100	113	100	98	93	111	109	108	104	114	113	111	114	108	106	105	105	113	113

### COMPETENCIAS CIUDADANAS

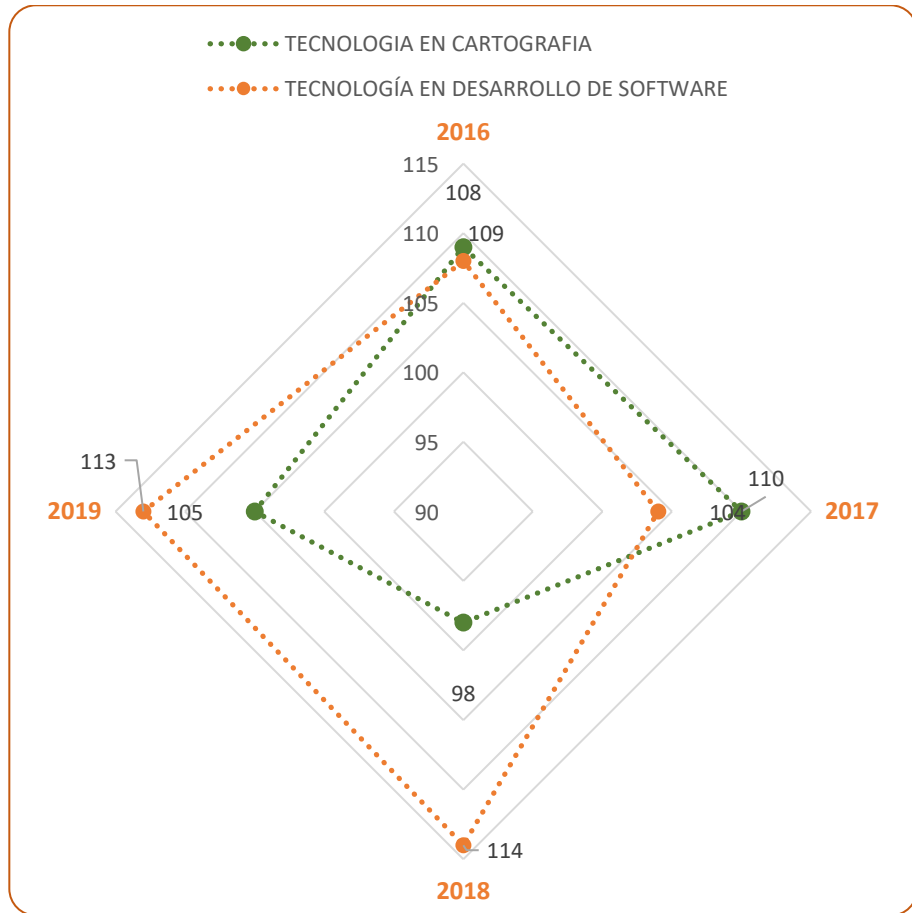


### COMUNICACIÓN ESCRITA

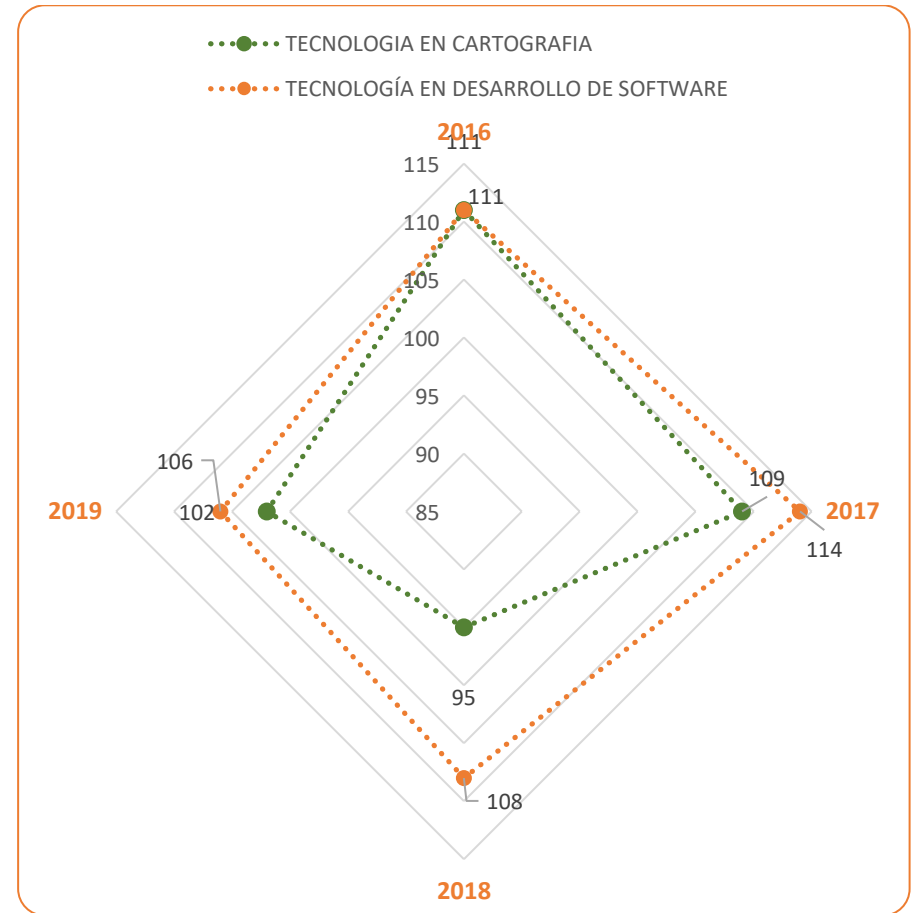


En los gráficos se puede observar el histórico de los resultados alcanzados por los estudiantes en las competencias ciudadanas y comunicación escrita, para la primera competencia, el programa de Tecnología en Cartografía tuvo un promedio de 96 puntos para el 2016 aumento 5 puntos para el 2017, para los siguientes dos años su comportamiento fue similar y en comunicación escrita se presenta la misma situación. Para la Tecnología en desarrollo de Software se evidencia un aumento en el puntaje de comunicación escrita y se mantiene la media para competencias ciudadanas.

### LECTURA CRÍTICA

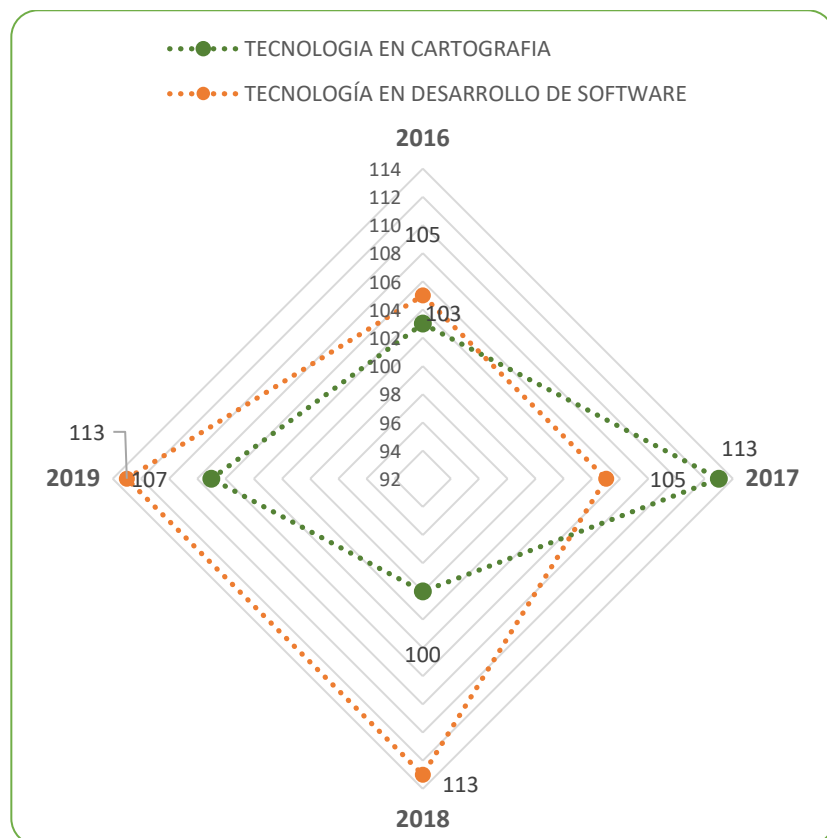


### RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

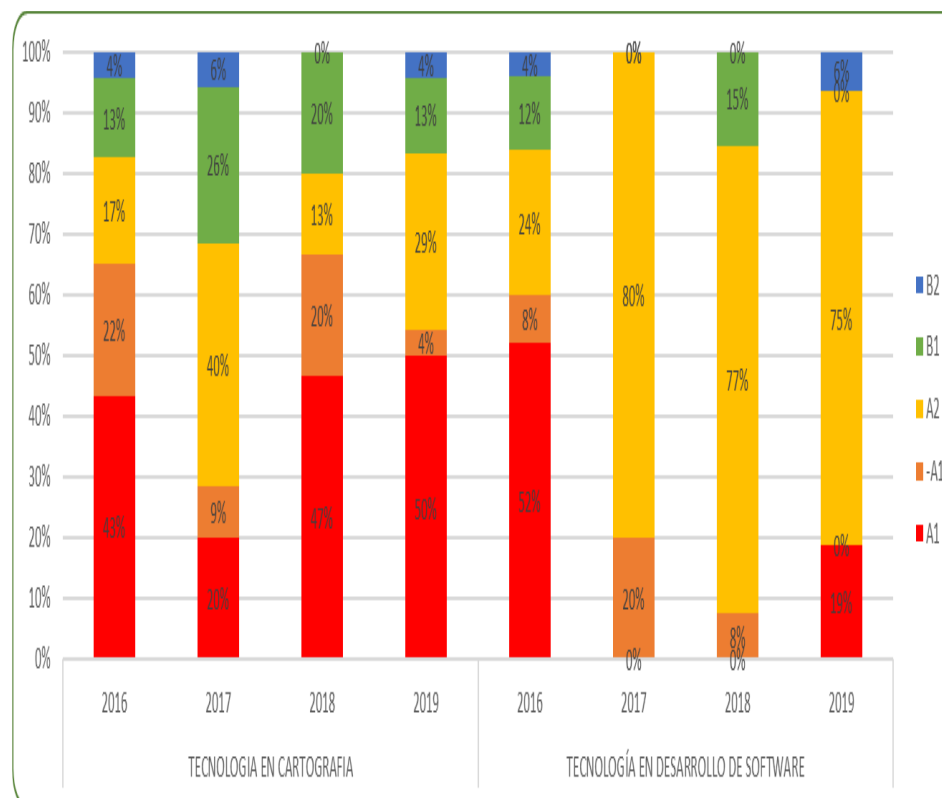


En los gráficos se puede evidenciar el histórico de los resultados alcanzados por los estudiantes en las de lectura crítica y razonamiento cuantitativo, para la primera competencia, el programa de Tecnología en Cartografía tuvo un promedio de 109 puntos para el 2016 pero para el 2018 disminuyó dos puntos sin embargo para el 2019 aumentó y alcanzó un promedio de 105 puntos, con relación a razonamiento cuantitativo para el 2016 obtuvo una media de 111 puntos y para el 2019 presenta 102. Para la Tecnología en desarrollo de Software se evidencia un aumento en el puntaje de lectura crítica y se mantiene la media para los últimos cuatro años en razonamiento cuantitativo.

## INGLÉS



## NIVELES DE DESEMPEÑO EN INGLÉS



En el gráfico de la izquierda se puede observar los promedios globales en la prueba de inglés, se evidencia que para la tecnología en cartografía y en desarrollo de software el promedio se encuentra sobre la media nacional teórica, y para el primer programa en mención, los dos últimos años su puntaje ha disminuido y para el segundo ha aumentado, sin embargo, se observa que para la tecnología en cartografía hay estudiante que alcanzan un nivel de desempeño en inglés B1.

¿Cómo encuentra el promedio y la desviación estándar de los resultados alcanzados por los estudiantes de los programas académicos con relación al año anterior?

Recuerde que para determinar si una diferencia en el puntaje promedio es considerable, esta debe ser mayor o igual a nueve (9) puntos; y en la desviación estándar debe ser mayor o igual a seis (6) puntos.

Orientaciones taller de formación ICFES 2018.

#### 6.1.4. Histórico de los resultados de las pruebas saber pro en competencias genéricas y específicas por programa académico

SNIES	PROGRAMA ACADÉMICO	COMPETENCIAS CIUDADANAS				COMUNICACIÓN ESCRITA				INGLÉS			
		2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
889	ZOOTECNIA	151	130	136	140	138	144	139	133	137	135	139	145
1928	INGENIERIA AGRONOMICA	150	135	141	144	145	150	144	137	145	143	142	145
4086	INGENIERIA ELECTRONICA	154	137	155	141	140	138	150	130	152	148	158	158
4087	INGENIERIA DE SISTEMAS	155	146	141	142	135	153	147	144	161	159	153	153
5731	INGENIERIA DE SISTEMAS	150	139	153	151	135	147	141	154	150	164	161	162
10528	MUSICA	150	141	143	146	130	139	143	140	152	153	163	153
10776	LIC EB _EDUC FISICA, RECREA_DEPORTES	136	129	130	134	142	137	138	144	135	135	136	141
15465	CIENCIAS DEPORTE Y EDUCACION FISICA	145	133	134	137	152	152	144	140	138	140	139	147
19761	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	145	139	146	141	146	149	148	140	138	144	149	149
19763	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	144	137	142	140	149	147	146	147	141	143	144	150
19774	INGENIERIA DE SISTEMAS	150	141	141	137	137	147	149	146	152	152	151	153
19785	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	150	146	139	146	149	155	149	154	146	147	142	148
20018	LIC EDUC BAS ENFASIS CIENCIAS SOCIALES	163	148	137	150	173	154	158	148	139	141	147	145
20020	LICENCIATURA EN MATEMATICAS	127	145	148	129	134	152	147	146	145	147	162	144
53668	INGENIERIA INDUSTRIAL	148	147	143	144	156	149	148	141	140	144	139	141



SNIES	PROGRAMA ACADÉMICO	COMPETENCIAS CIUDADANAS				COMUNICACIÓN ESCRITA				INGLÉS			
		2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
53714	CONTADURIA PUBLICA	148	139	140	139	150	153	148	143	142	137	137	139
53872	INGENIERIA INDUSTRIAL	154	138	143	143	150	150	144	141	150	147	146	152
90941	PSICOLOGÍA	156	155	150	151	150	153	150	138	139	146	145	130
53776	PROFESIONAL CIEN_ DEL DEPORTE_EDUCACION FISICA				125				146				150

SNIES	PROGRAMA ACADÉMICO	LECTURA CRÍTICA				RAZONAMIENTO CUANTITATIVO			
		2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
889	ZOOTECNIA	148	139	143	147	157	146	147	149
1928	INGENIERIA AGRONOMICA	149	138	148	149	158	154	157	154
4086	INGENIERIA ELECTRONICA	152	149	159	149	173	168	177	170
4087	INGENIERIA DE SISTEMAS	155	147	153	147	164	168	166	155
5731	INGENIERIA DE SISTEMAS	156	152	163	152	167	172	170	163
10528	MUSICA	154	152	158	155	147	148	152	146
10776	LIC EDUC BASICA ENFASIS _EDUC FISICA, RECREA_DEPORTES	139	133	141	140	141	139	144	140
15465	CIENCIAS DEPORTE Y EDUCACION FISICA	141	139	142	148	147	145	146	146
19761	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	144	147	152	150	148	157	150	150
19763	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	145	143	146	143	147	144	149	145
19774	INGENIERIA DE SISTEMAS	152	146	151	144	161	147	163	158
19785	ADMINISTRACION DE EMPRESAS	147	151	145	148	149	150	149	144
20018	LIC EDUC BAS ENFASIS CIENCIAS SOCIALES	162	159	151	160	147	137	130	132
20020	LICENCIATURA EN MATEMATICAS	151	156	166	149	175	164	175	164
53668	INGENIERIA INDUSTRIAL	145	151	147	149	152	157	155	156
53714	CONTADURIA PUBLICA	145	144	143	142	155	150	155	147
53872	INGENIERIA INDUSTRIAL	156	149	155	164	167	163	163	144
90941	PSICOLOGÍA	159	163	165	148	150	149	150	134
53776	PROFESIONAL CIEN_ DEL DEPORTE_EDUCACION FISICA				156				163

<i>PROGRAMA ACADÉMICO</i>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>889 ZOOTECNIA</b>	<b>142</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>144</b>
<i>PRODUCCIÓN PECUARIA</i>	144	144	144	149
<i>SALUD Y BIENESTAR ANIMAL</i>	119			
<b>1928 INGENIERIA AGRONOMICA</b>	<b>151</b>	<b>146</b>	<b>144</b>	<b>146</b>
<i>FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA</i>			139	145
<i>PENSAMIENTO CIENTÍFICO - CIENCIAS BIOLÓGICAS</i>			132	134
<i>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA</i>	160	154	152	157
<b>4086 INGENIERIA ELECTRONICA</b>	<b>152</b>	<b>147</b>	<b>154</b>	<b>145</b>
<i>DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL</i>	144	142	140	139
<i>FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA</i>	150	146	151	139
<i>PENSAMIENTO CIENTÍFICO - CIENCIAS FÍSICAS</i>	149	144	141	133
<b>4087 INGENIERIA DE SISTEMAS</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>149</b>	<b>144</b>
<i>DISEÑO DE SOFTWARE</i>	154	155	156	146
<i>FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA</i>	154	149	146	140
<i>PENSAMIENTO CIENTÍFICO - MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA</i>	141	151	132	127
<b>5731 INGENIERIA DE SISTEMAS</b>	<b>149</b>	<b>154</b>	<b>156</b>	<b>152</b>
<i>DISEÑO DE SOFTWARE</i>	155	157	159	159
<i>FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA</i>	141	150	159	142
<i>PENSAMIENTO CIENTÍFICO - MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA</i>	140	154	143	133
<b>10776 LIC EDUC BASICA ENFASIS _EDUC FISICA,RECREA_DEPORTES</b>	<b>141</b>	<b>138</b>	<b>142</b>	<b>143</b>
<i>ENSEÑAR</i>	147	148	152	146
<i>EVALUAR</i>	145	149	154	152
<i>FORMAR</i>	146	132	141	145
<b>19761 ADMINISTRACION DE EMPRESAS</b>	<b>148</b>	<b>150</b>	<b>151</b>	<b>148</b>
<i>FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS</i>	154	157	160	164
<i>GESTIÓN DE ORGANIZACIONES</i>	158	156	156	150
<i>GESTIÓN FINANCIERA</i>	149	149	145	143
<b>19763 ADMINISTRACION DE EMPRESAS</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>144</b>	<b>145</b>
<i>FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS</i>	143	155	153	157

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
GESTIÓN DE ORGANIZACIONES	150	151	143	146
GESTIÓN FINANCIERA	150	144	133	135
<b>19774 INGENIERIA DE SISTEMAS</b>	<b>147</b>	<b>144</b>	<b>150</b>	<b>143</b>
DISEÑO DE SOFTWARE	152	136		144
FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA	136	139	156	137
PENSAMIENTO CIENTÍFICO - MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA	136	145	137	124
<b>19785 ADMINISTRACION DE EMPRESAS</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>145</b>	<b>148</b>
FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS	153	156	156	154
GESTIÓN DE ORGANIZACIONES	156	151	141	147
GESTIÓN FINANCIERA	147	145	137	138
<b>20018 LIC EDUC BAS ENFASIS CIENCIAS SOCIALES</b>	<b>163</b>	<b>154</b>	<b>150</b>	<b>152</b>
ENSEÑAR	172	165	154	158
EVALUAR	174	170	169	168
FORMAR	172	159	152	157
<b>20020 LICENCIATURA EN MATEMATICAS</b>	<b>150</b>	<b>153</b>	<b>161</b>	<b>144</b>
ENSEÑAR	158	154	163	139
EVALUAR	156	159	166	149
FORMAR	152	145	161	135
<b>53668 INGENIERIA INDUSTRIAL</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>151</b>	<b>150</b>
GESTIÓN FINANCIERA	168	168	165	162
INFORMACIÓN Y CONTROL CONTABLE	163	165	162	160
<b>53714 CONTADURIA PUBLICA</b>	<b>152</b>	<b>147</b>	<b>147</b>	<b>145</b>
GESTIÓN FINANCIERA	171	155	157	154
INFORMACIÓN Y CONTROL CONTABLE	154	153	152	149
<b>53872 INGENIERIA INDUSTRIAL</b>	<b>153</b>	<b>148</b>	<b>151</b>	<b>151</b>
DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS	152	140		
FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA	156	152	161	161
PENSAMIENTO CIENTÍFICO - MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA	141	144	144	144
<b>90941 PSICOLOGÍA</b>	<b>150</b>	<b>154</b>	<b>154</b>	<b>152</b>

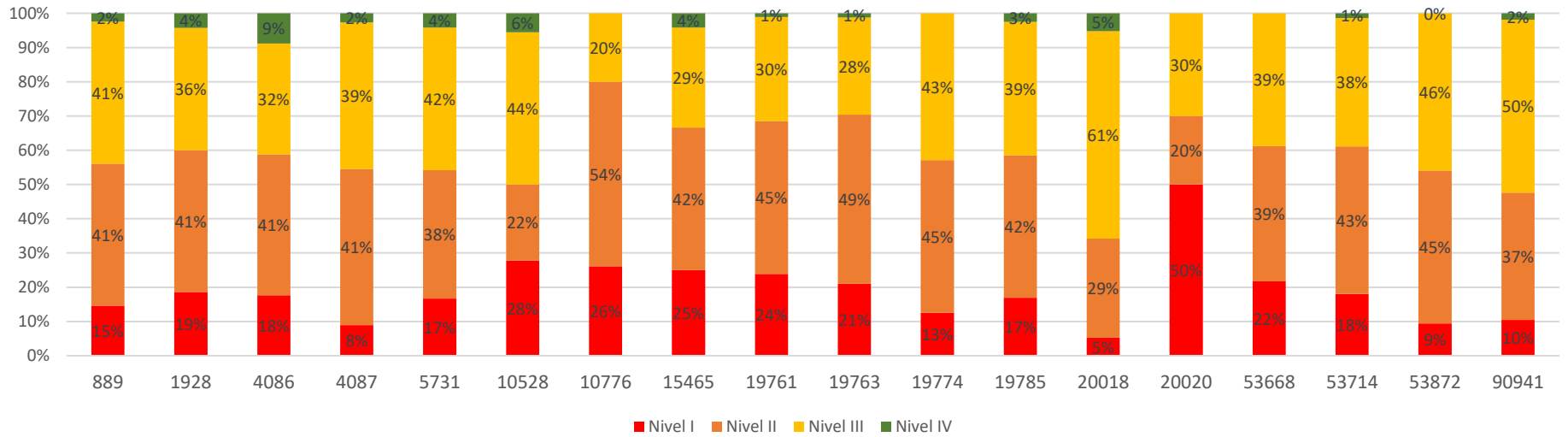
<i>PROGRAMA ACADÉMICO</i>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<i>ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS PSICOLÓGICAS</i>	157	163	168	165
<i>INTERVENCIÓN EN PROCESOS SOCIALES</i>	139	146	153	154

### **6.1.5. Resultado de las pruebas saber pro en competencias genéricas y específicas por niveles de desempeño**

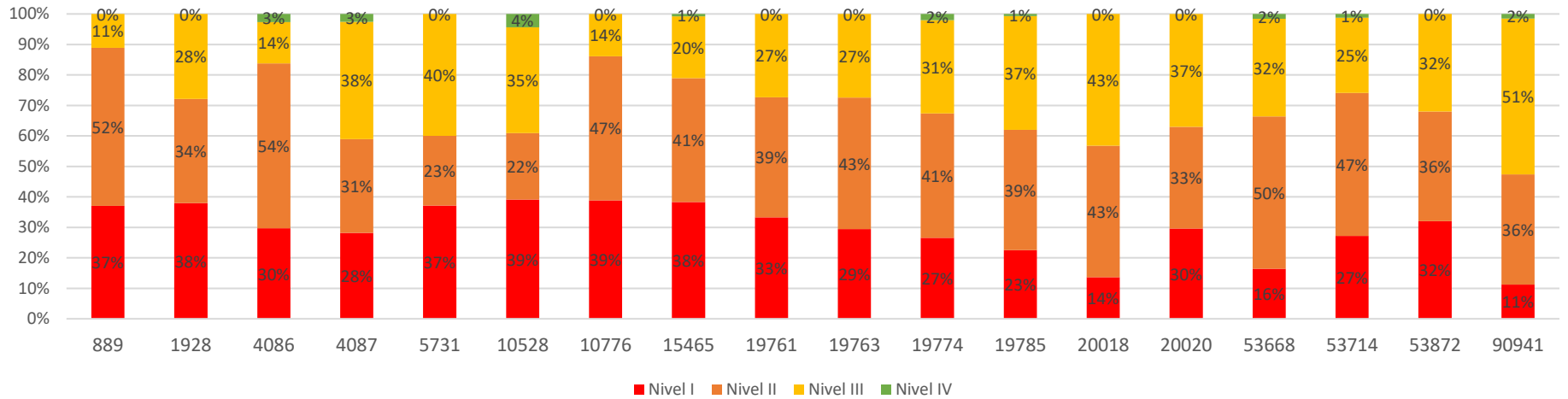
A continuación, se presentan los gráficos de porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño: (los niveles de desempeño son una descripción cualitativa de las competencias de los estudiantes en cada módulo. Se establecieron cuatro niveles de desempeño para todos los módulos de competencias genéricas, a saber: 1, 2, 3 y 4, a excepción del módulo de competencias genéricas de inglés que está alineado con el Marco Común Europeo (-A1, A1, A2, B1 y B2). Los niveles 4 y B2 indican el mayor desempeño alcanzado. La suma de los porcentajes puede no ser exactamente 100% debido a aproximaciones decimales).

#### **Nivel de desempeño de los estudiantes en Competencias Ciudadanas**

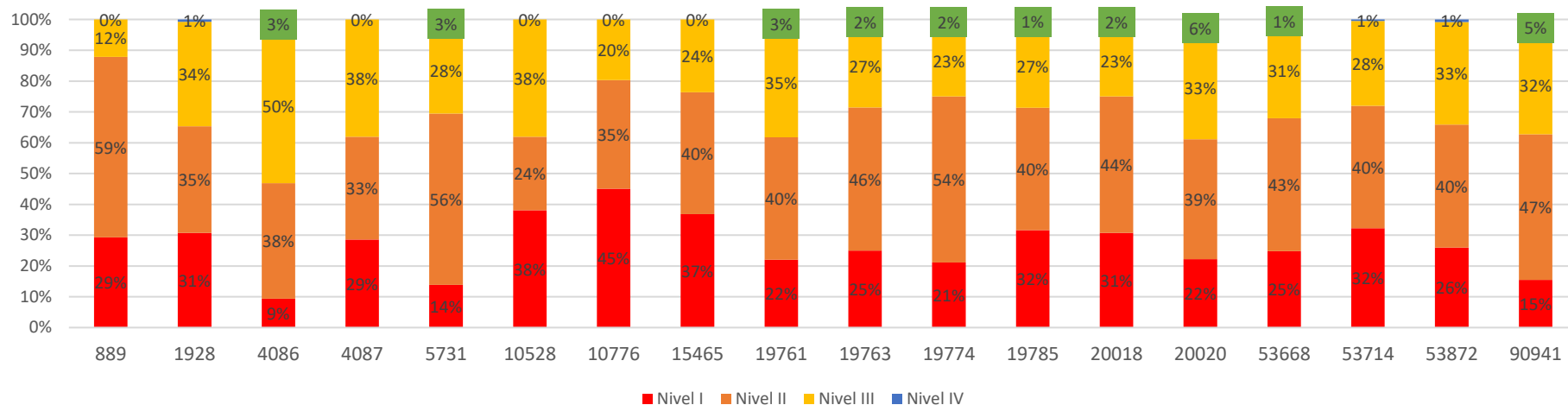
Competencias Ciudadanas 2016



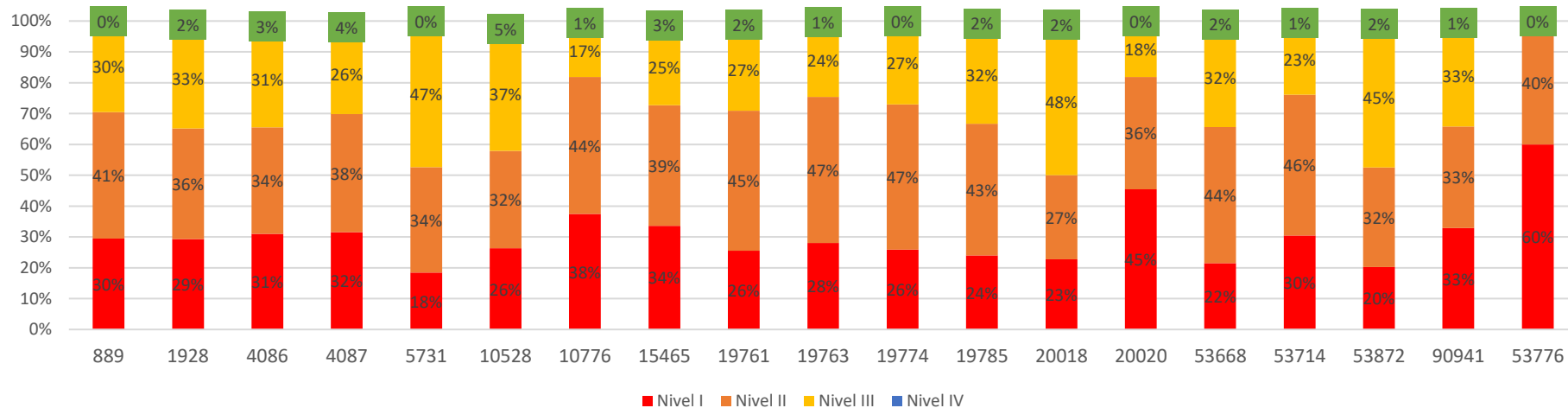
Competencias Ciudadanas 2017



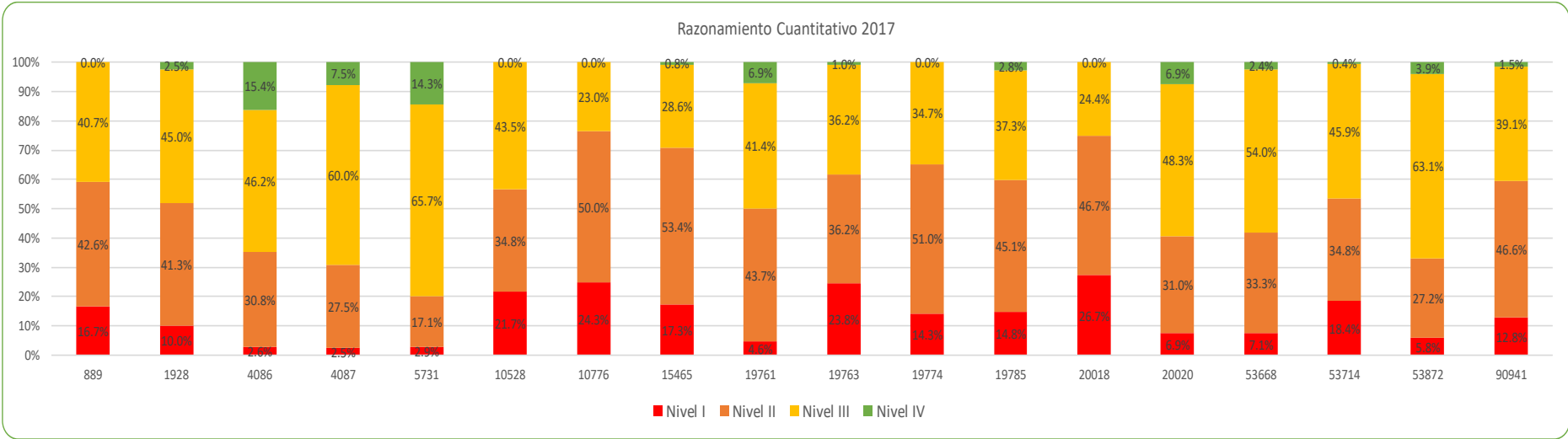
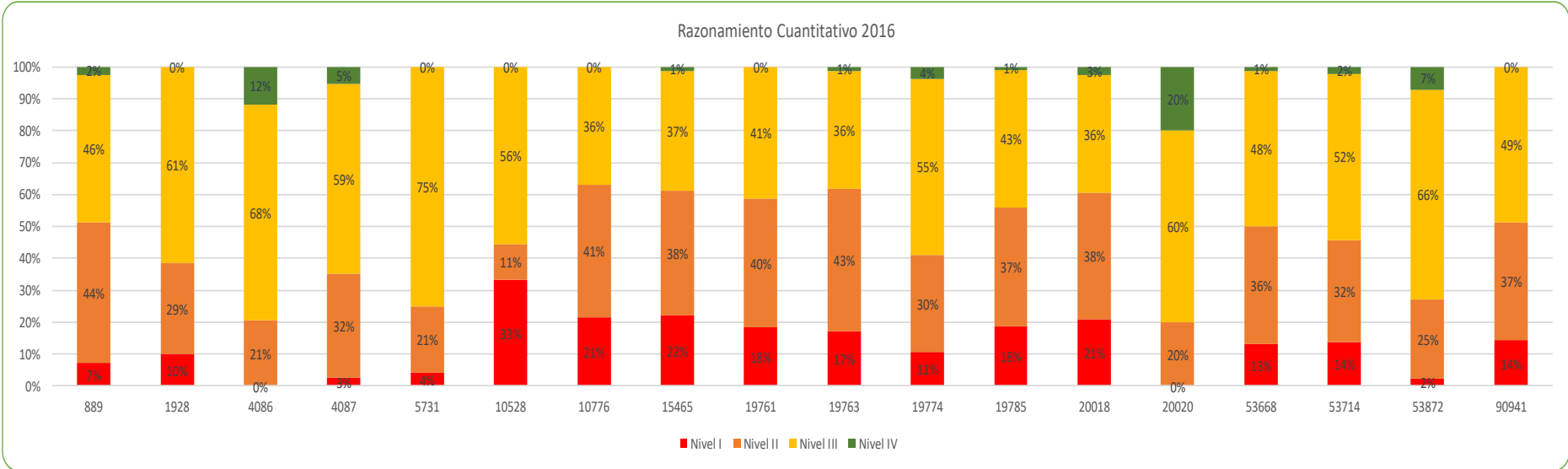
Competencias Ciudadanas 2018

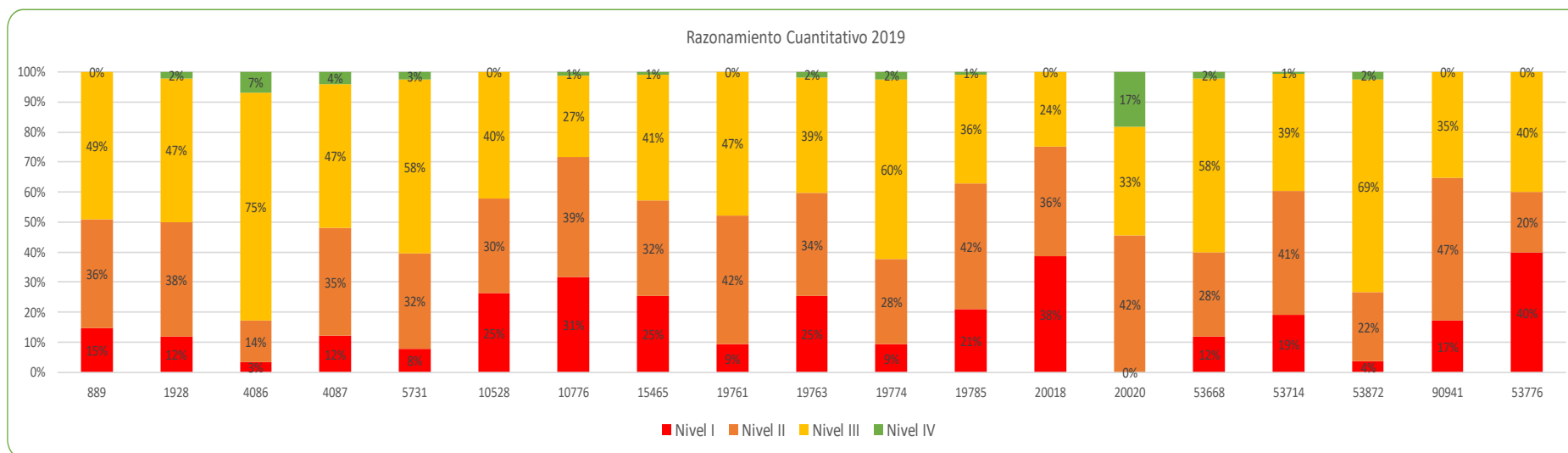
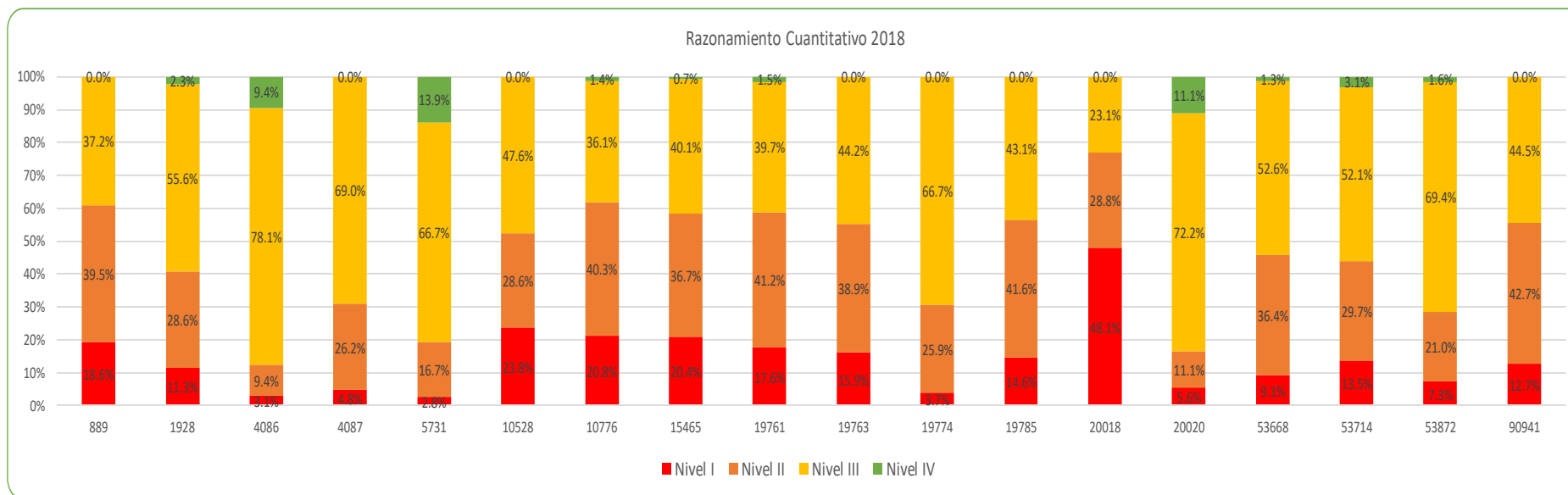


Competencias Ciudadanas 2019



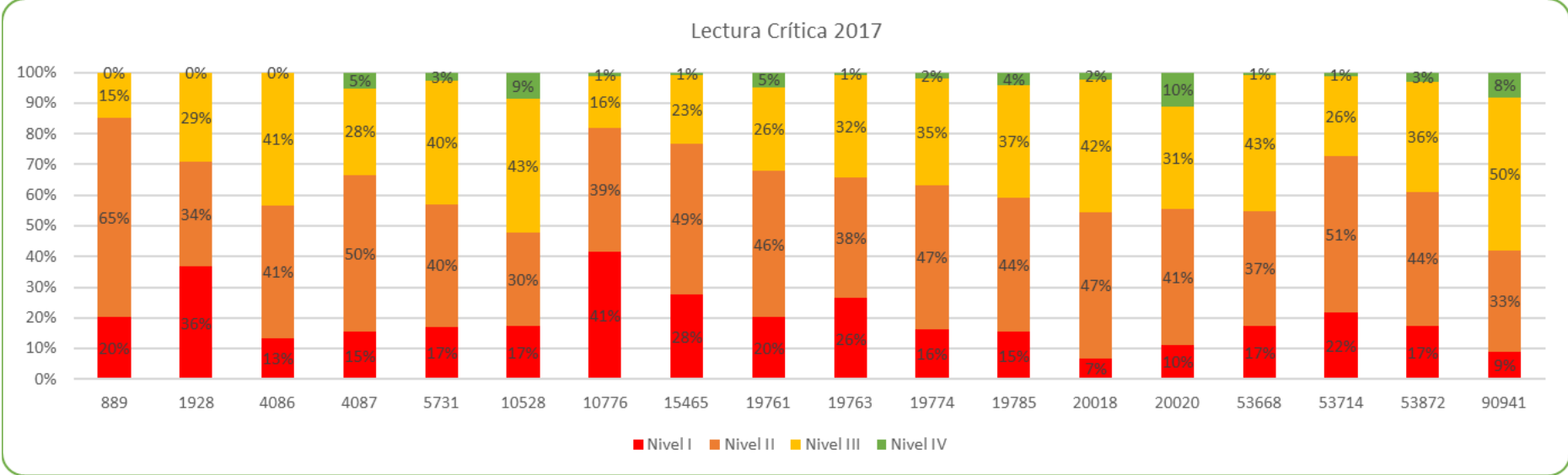
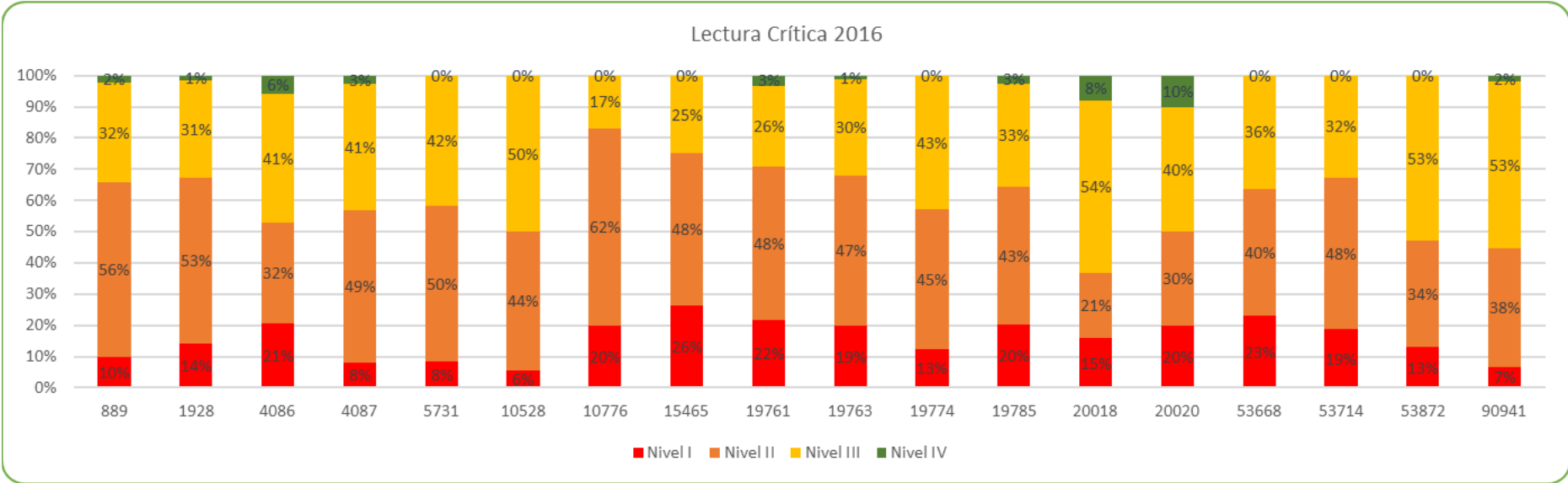
## Nivel de desempeño de los estudiantes en Razonamiento Cuantitativo

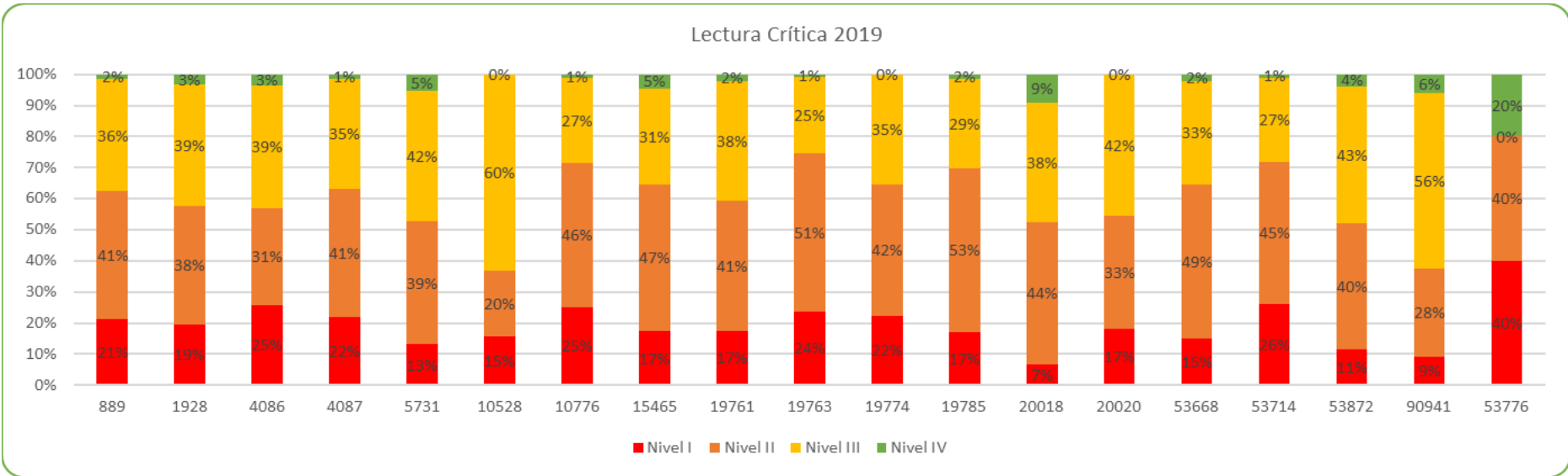
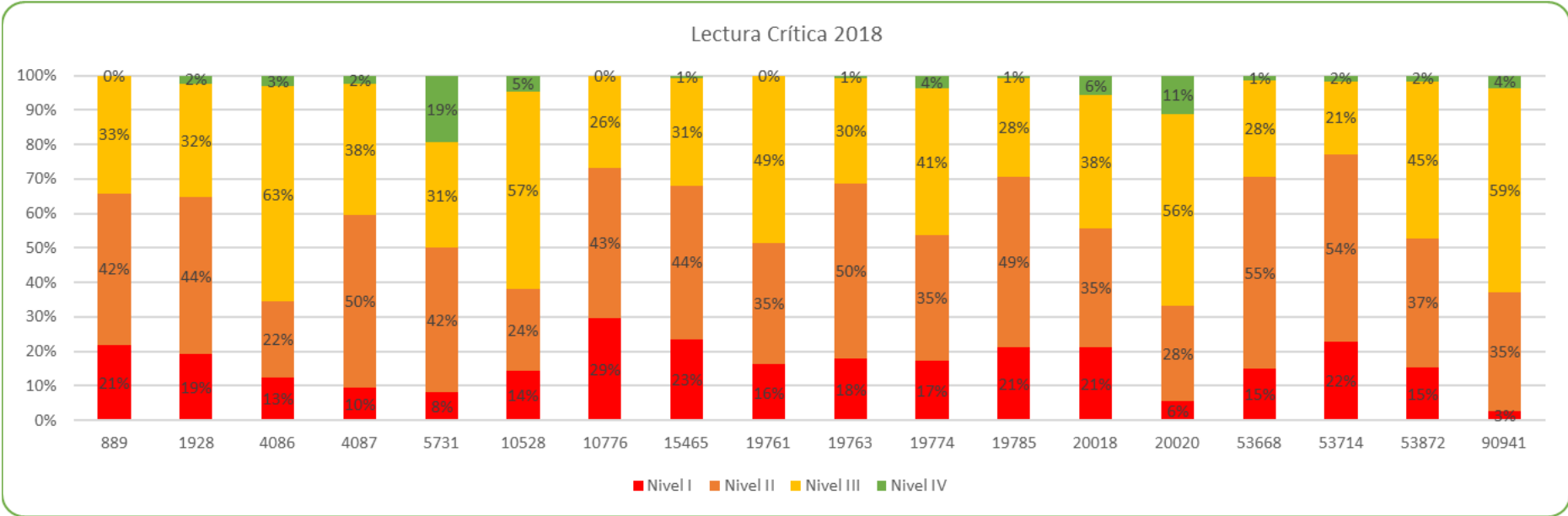




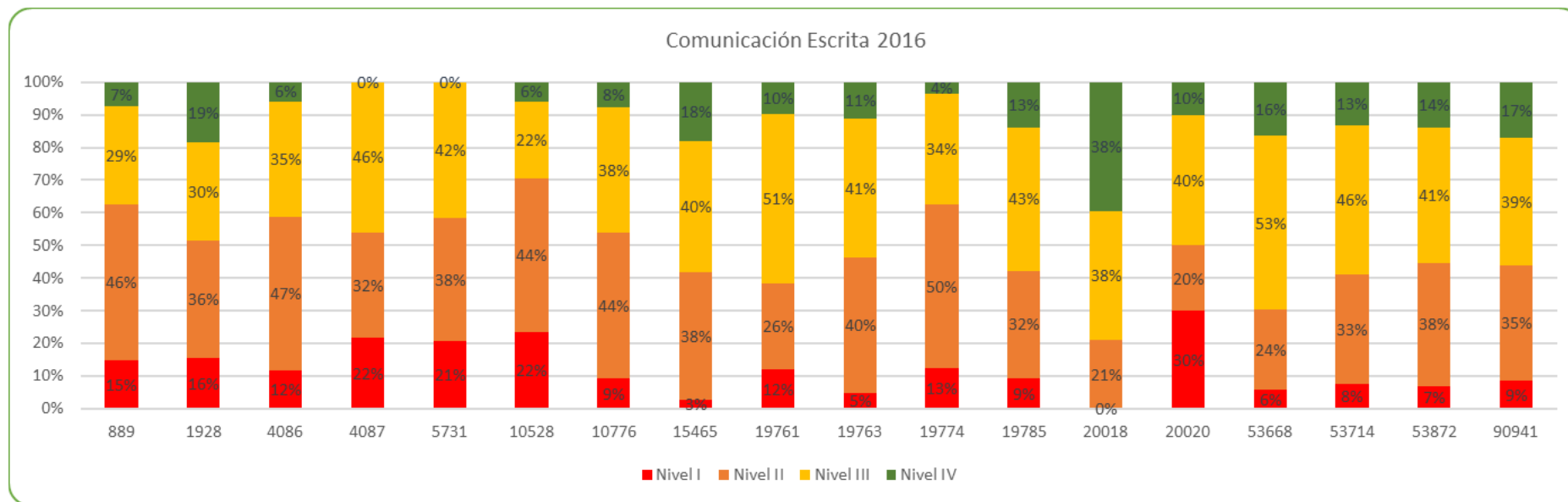
## Nivel de desempeño de los estudiantes en Lectura Crítica



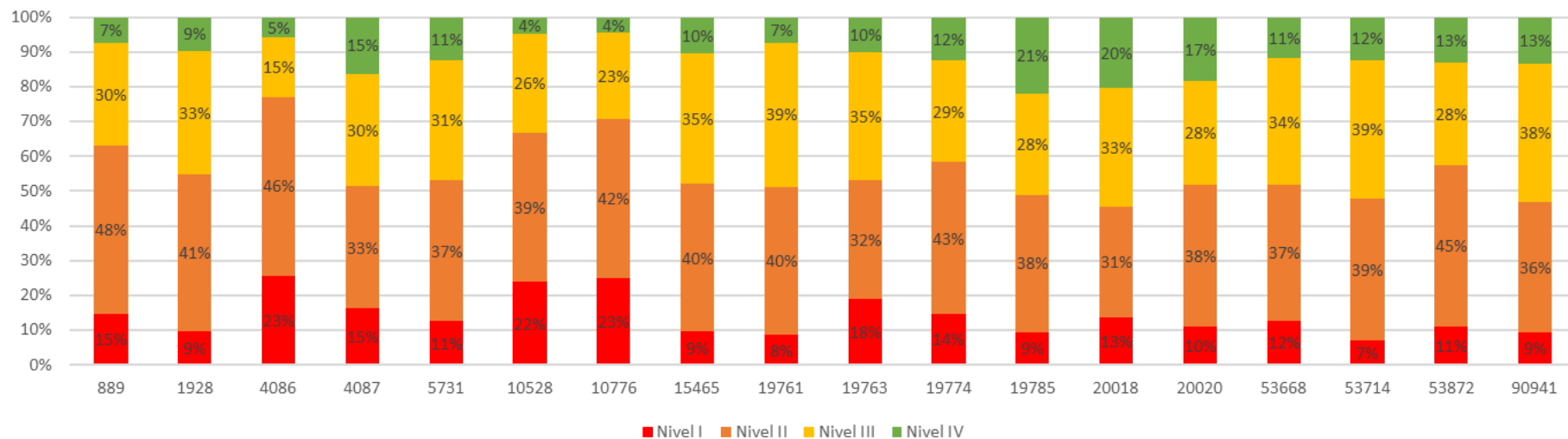




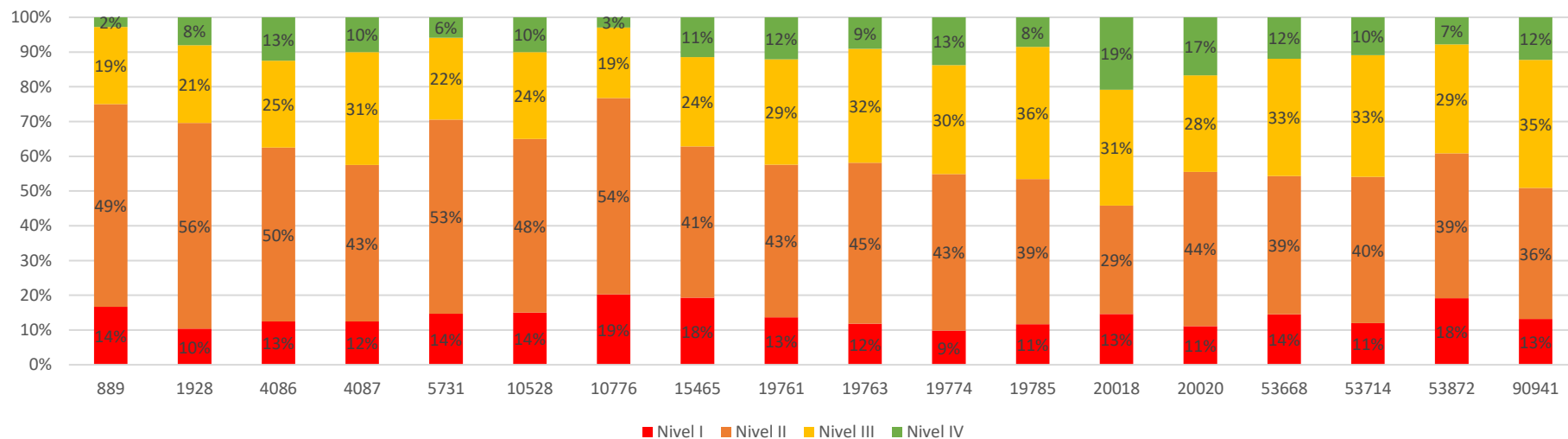
## Nivel de desempeño de los estudiantes en Comunicación Escrita



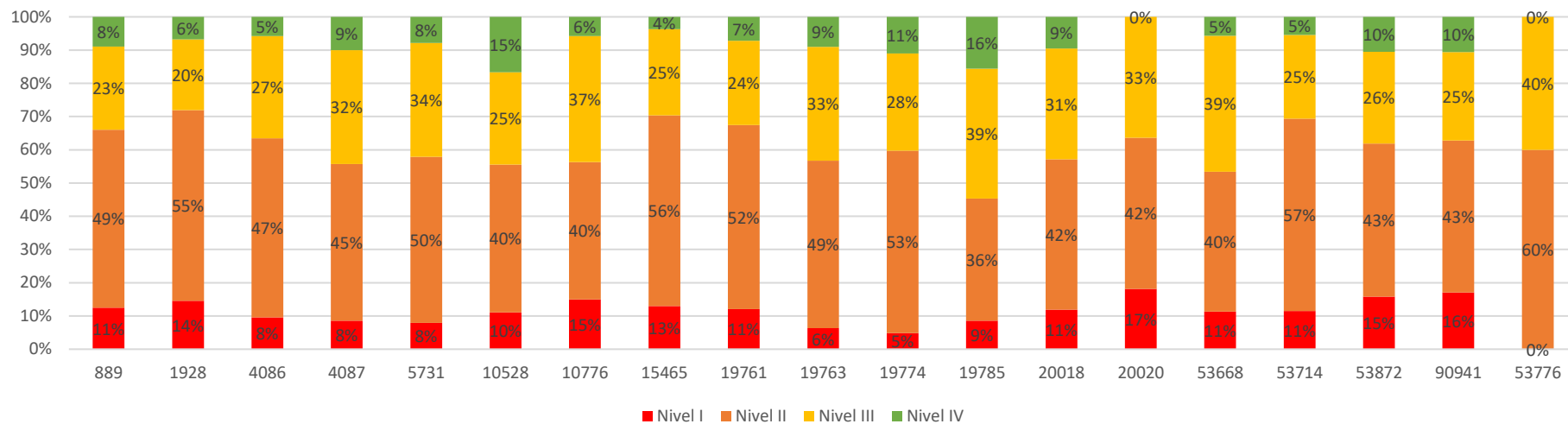
Comunicación Escrita 2017



Comunicación Escrita 2018

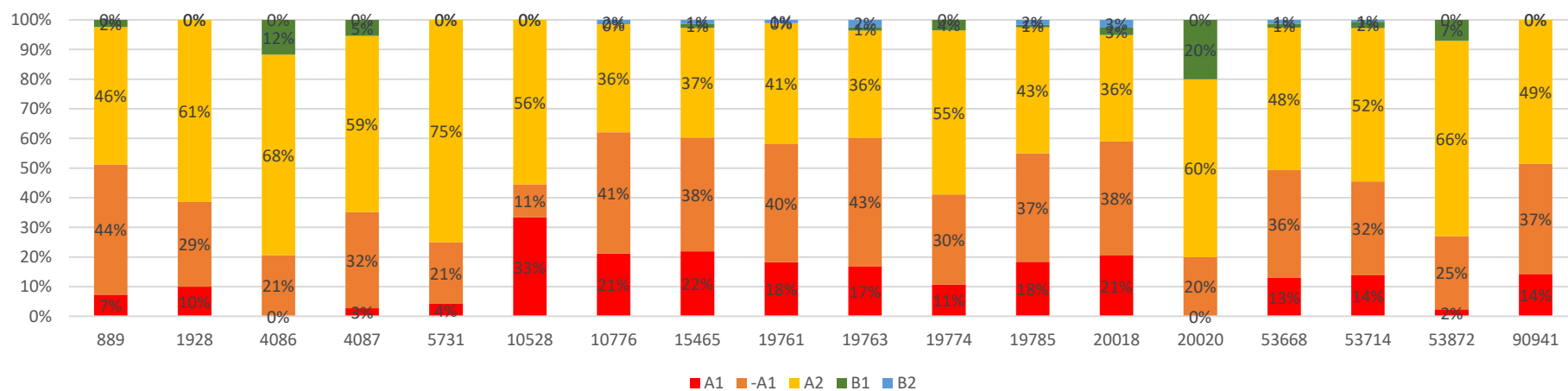


Comunicación Escrita 2019

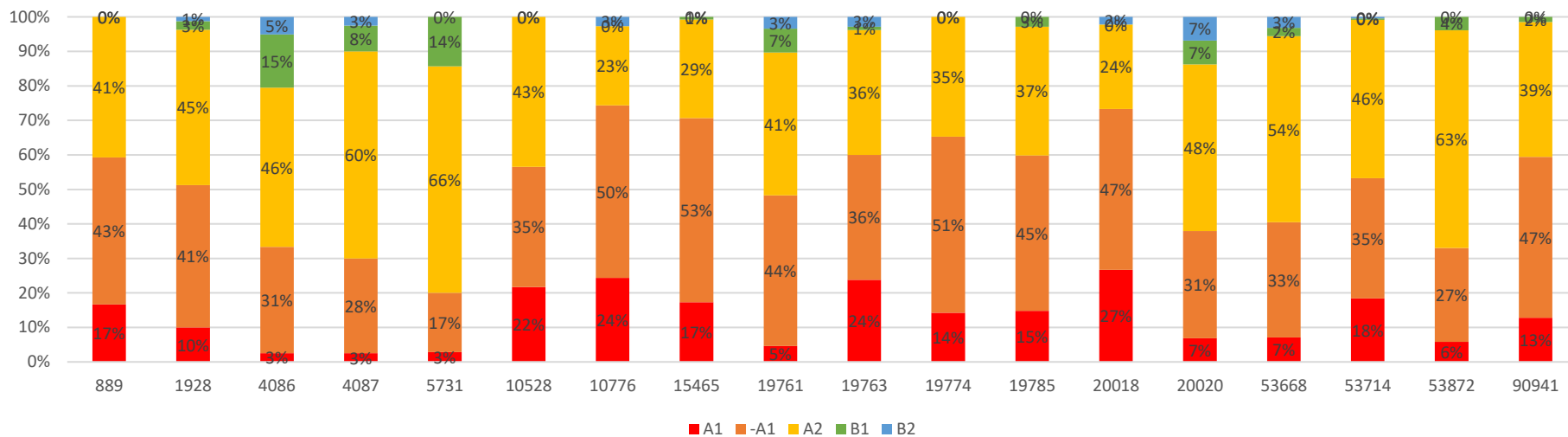


### Nivel de desempeño de los estudiantes en inglés

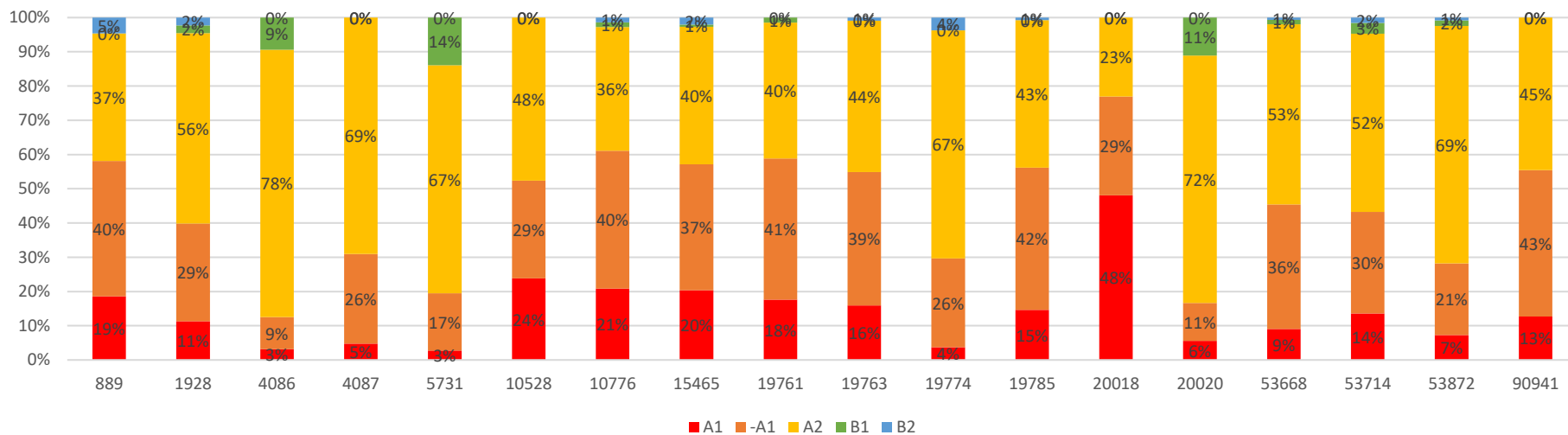
Inglés 2016

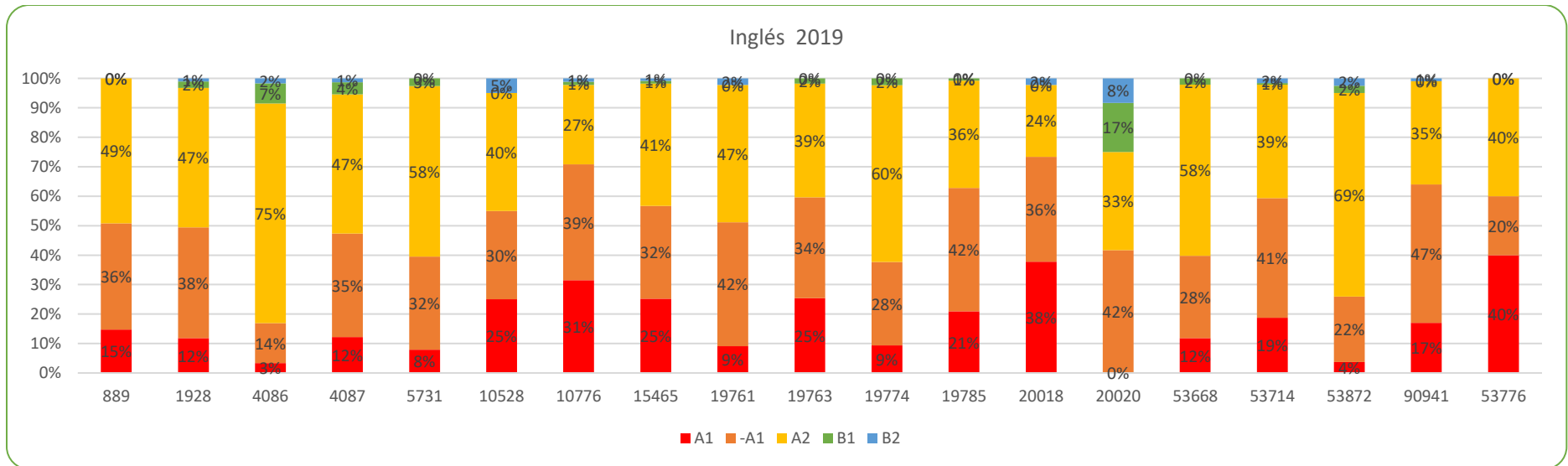


Inglés 2017

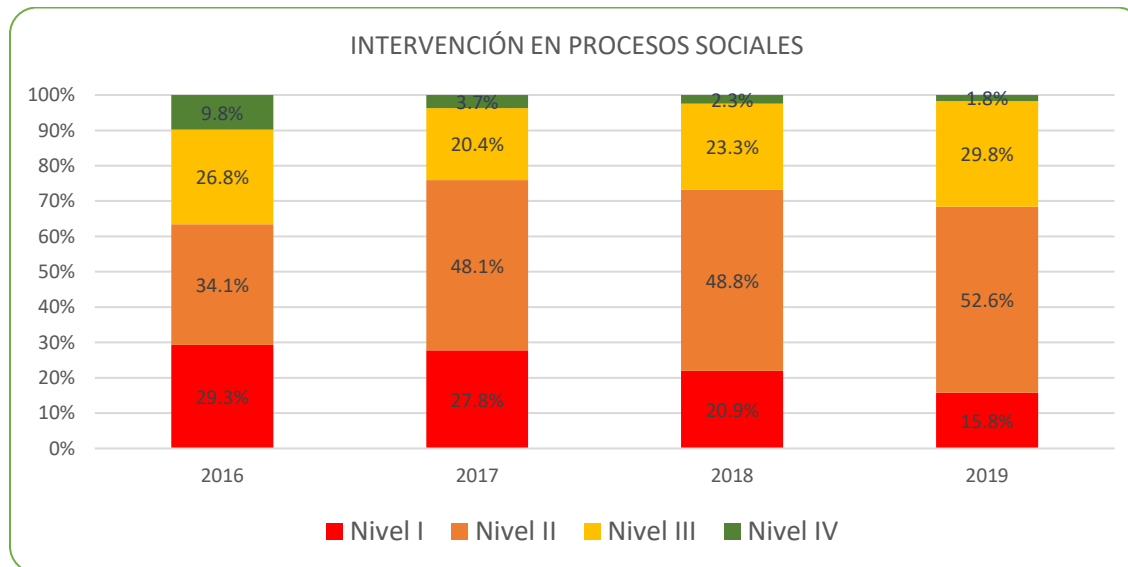


Inglés 2018

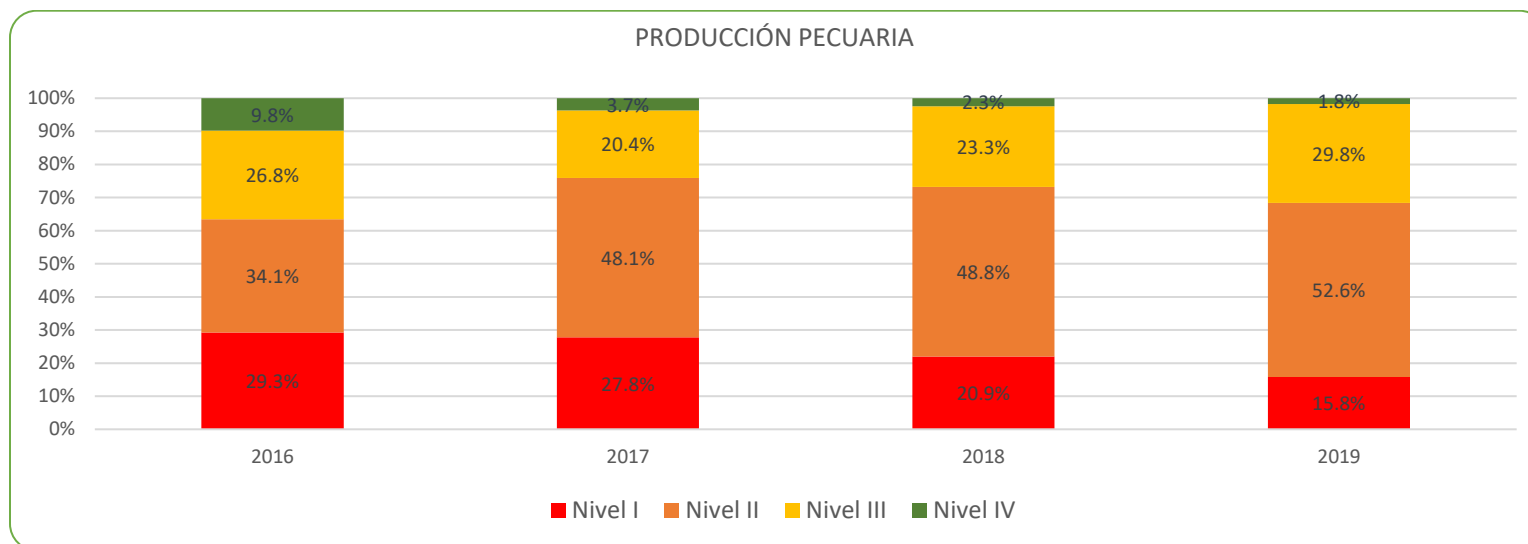




### Programa de Psicología SNIES 90941- Niveles de desempeño

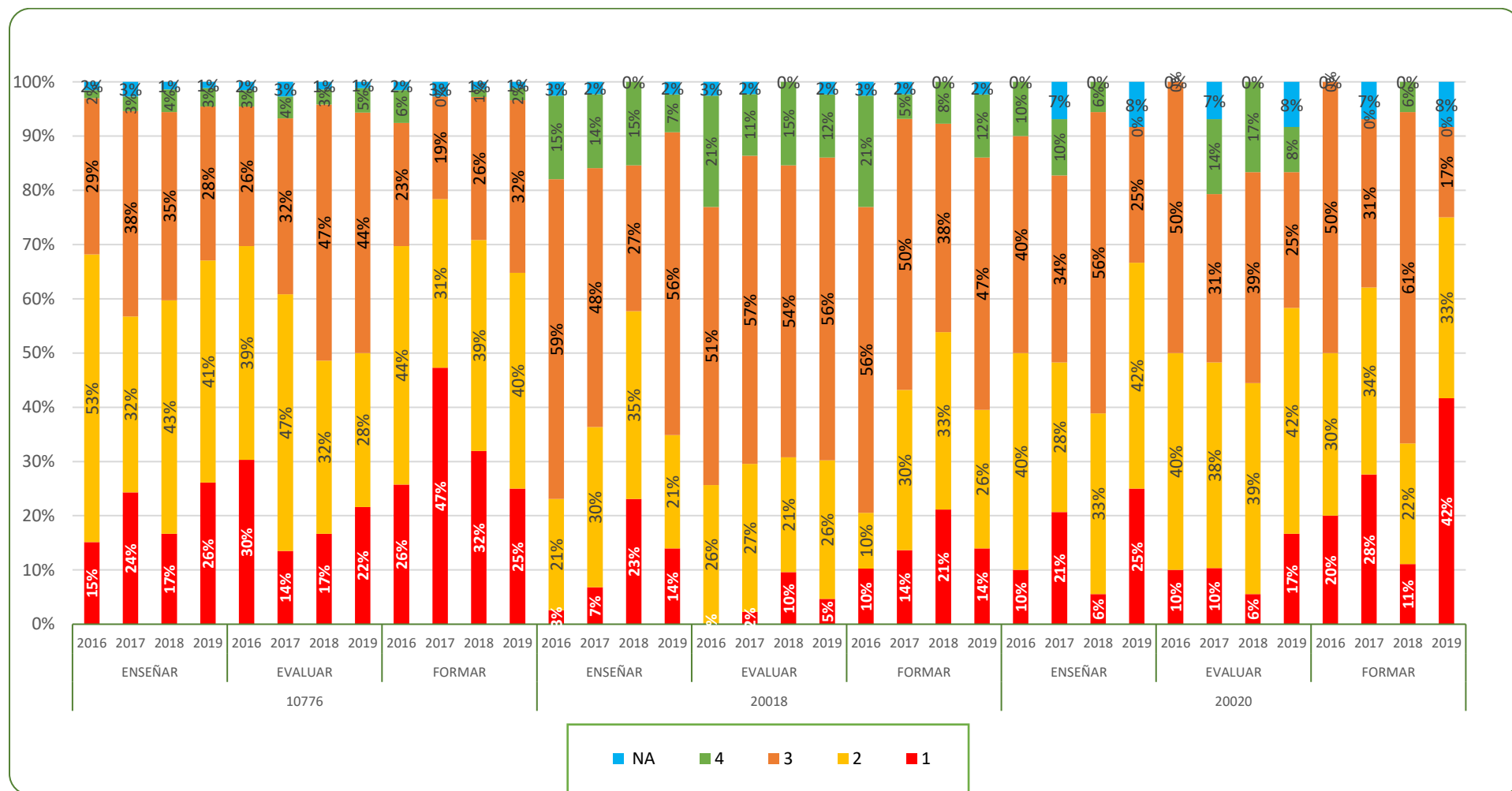


## Programa de Zootecnia SNIES 889- Niveles de desempeño

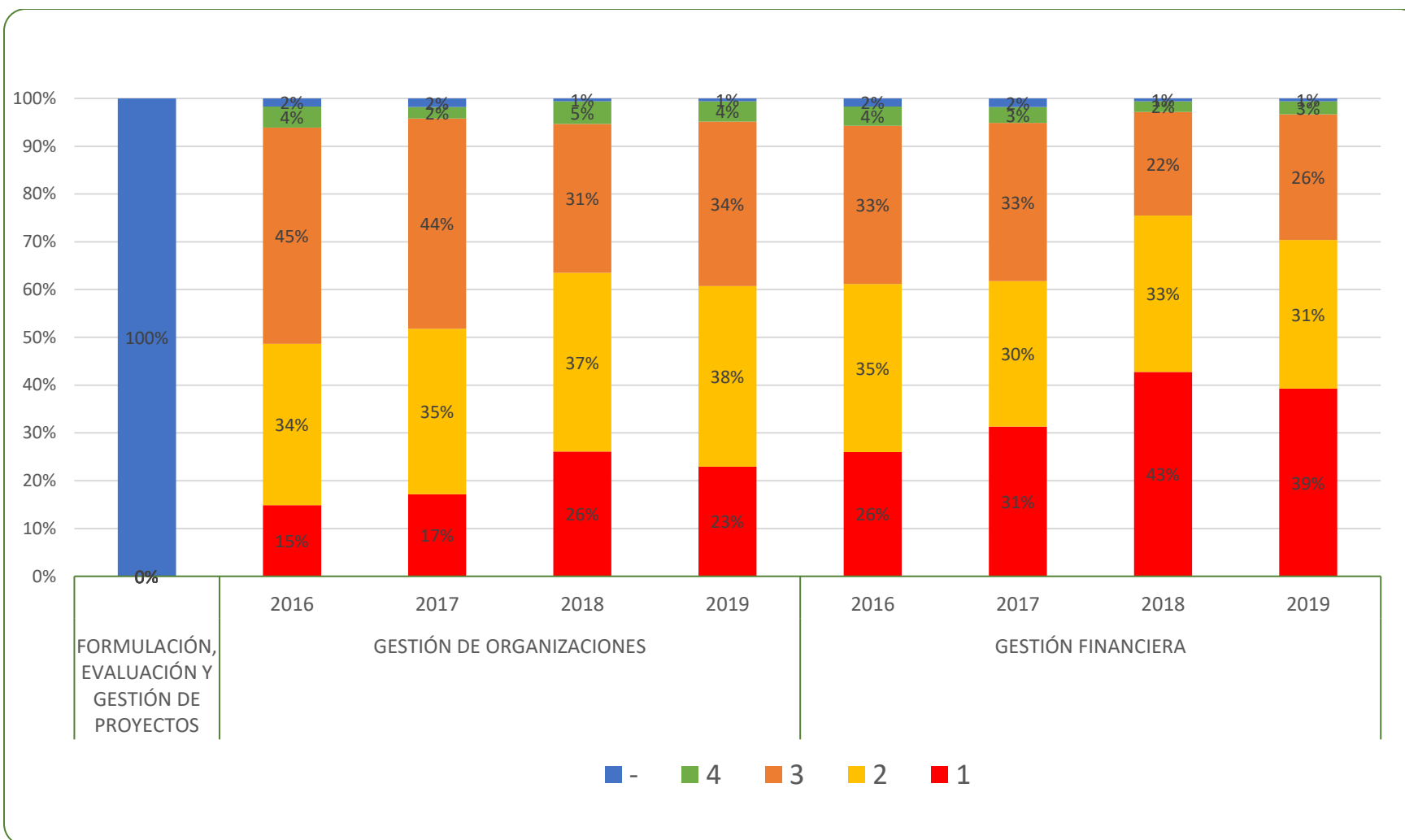




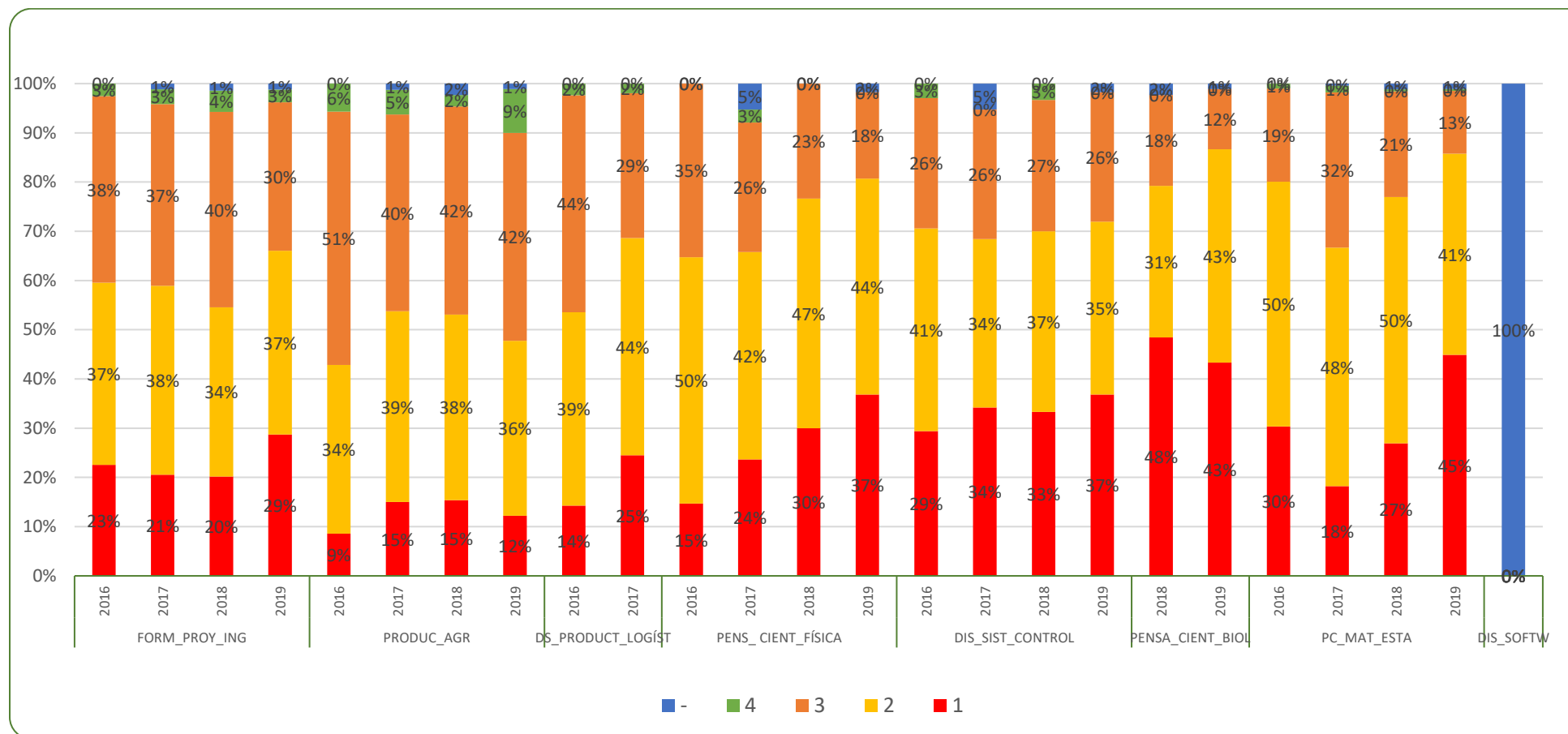
## Programas de Licenciatura Niveles de desempeño



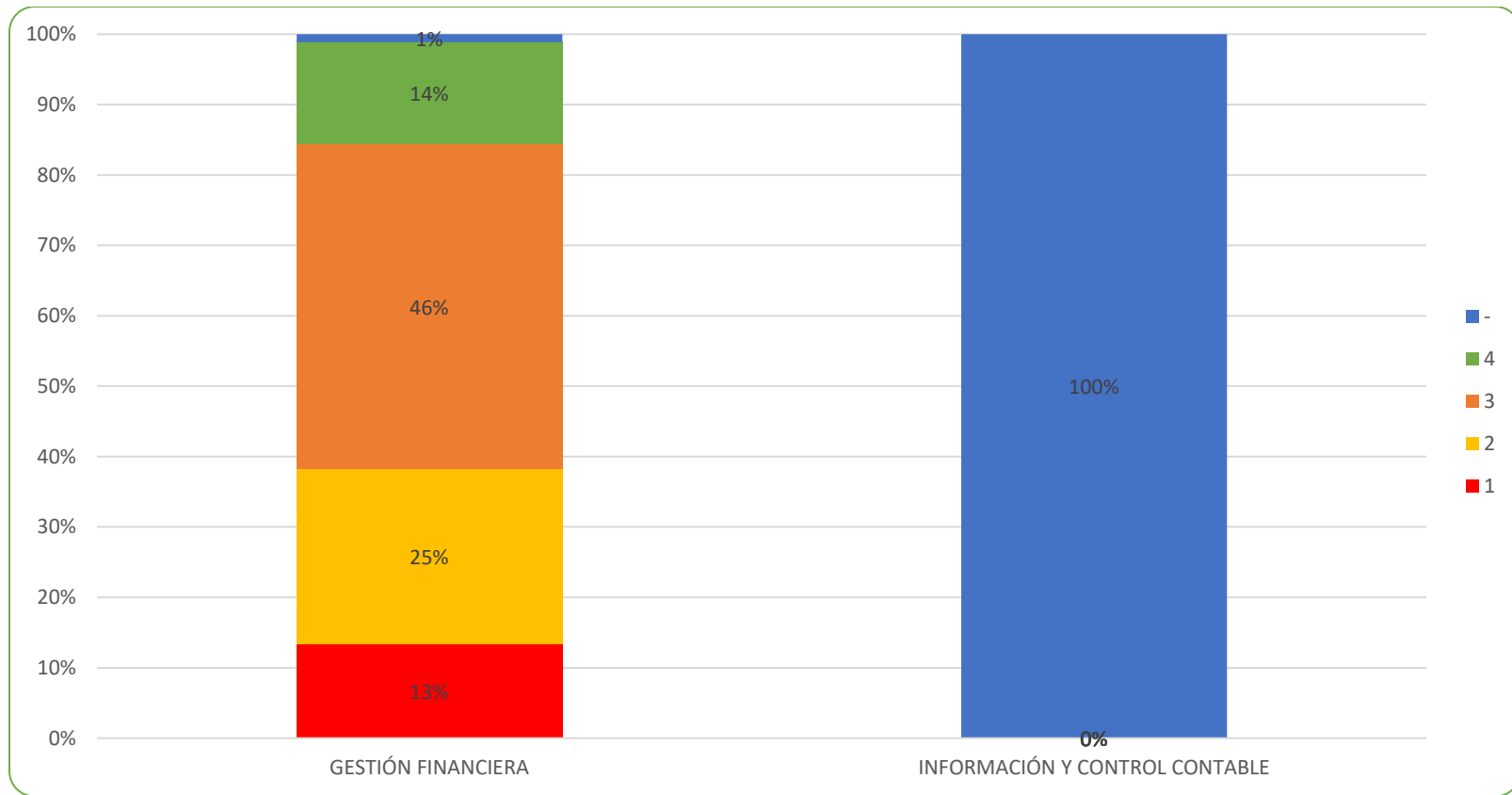
## Programas de Administración de Empresas - Niveles de desempeño



## Programas de Ingenierías - Niveles de desempeño



## Programa de Contaduría Pública - Niveles de desempeño



A continuación, se presenta los descriptores de las competencias genéricas para el caso de los programas académicos profesionales:

*Descripción de nivel de desempeño del módulo de*

## Competencias Ciudadanas

### NIVEL 1

Puntaje: 0-125

#### Descripción General

*El estudiante que se ubica en este nivel podría identificar algunos principios y derechos fundamentales consignados en la Constitución política de Colombia.*

*Podría reconocer intereses, cosmovisiones y dimensiones presentes en problemas o situaciones de interacción, así como identificar intenciones y prejuicios contenidos en enunciados.*

*Las preguntas de este nivel involucran contextos sencillos, con pocos actores, enunciados directos y posturas o posiciones explícitas, sencillas y claras. Además, presentan situaciones cercanas a la cotidianidad del estudiante (escolares, familiares, laborales, etc.) o de conocimiento y amplia discusión pública.*

#### Descripción específica

El estudiante que se ubica en este nivel podría:

- Identificar si se están vulnerando o protegiendo algunos derechos fundamentales establecidos en la Constitución.
- Identificar algunos principios básicos del Estado y la democracia de Colombia.
- Reconocer en enunciados sencillos prejuicios e intenciones de quien realiza una afirmación.
- Reconocer posiciones o intereses explícitos y sencillos en situaciones de interacción. Además, podría reconocer la relación entre estas posiciones y posibles soluciones a un problema.
- Identificar de qué manera la cosmovisión o ideología de una persona o grupo se traduce o refleja en determinados comportamientos.
- Comprender que los problemas y sus soluciones involucran distintas dimensiones y reconocer relaciones entre estas.
- Analizar cómo ciertas condiciones explícitas del contexto pueden afectar el éxito de una solución a un problema, y determinar qué tipo de factores hacen que dicha solución pueda aplicarse en un contexto diferente.
- Identificar consecuencias no deseadas que estén directamente asociadas a una acción.

### NIVEL 2

Puntaje: 126-160

#### Descripción General

*Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel conoce derechos individuales y colectivos consagrados en la Constitución política de Colombia. Además, conoce características básicas del Estado social de derecho en Colombia.*

*Comprende que en la sociedad se presentan a menudo situaciones problemáticas y de conflicto y que estas situaciones involucran diferentes dimensiones, puntos de vista e intereses individuales o grupales que pueden oponerse entre sí. Igualmente, reconoce que en dichas situaciones hay argumentos, afirmaciones y fuentes de información más sólidas que otras para apoyar o contradecir un argumento o posición. También identifica los efectos de una afirmación o enunciado, sobre personas o grupos.*

#### Descripción específica

El estudiante que se ubica en este nivel:

- Comprende qué tipos de situaciones pueden poner en peligro el equilibrio entre las ramas del poder público.
- Reconoce algunos derechos colectivos, y situaciones en las que se vulneran o protegen algunos derechos fundamentales, sociales, económicos y culturales.
- Identifica mecanismos de participación consagrados en la Constitución política de Colombia.
- Reconoce el impacto que ciertas declaraciones o acciones discriminatorias pueden tener sobre una persona o un determinado grupo de personas.
- Reconoce cuando en un enunciado no hay información suficiente para apoyar un argumento o cuando se hacen generalizaciones inválidas en enunciados sencillos.
- Identifica relaciones entre enunciados (por ejemplo, de coherencia).
- Reconoce cuáles afirmaciones apoyan un argumento y cuáles se oponen a este. • Valora la credibilidad de las fuentes de las cuales proviene una información dada.

*Finalmente, identifica las relaciones entre soluciones a un problema, y distintas dimensiones (social, política, económica, cultural, etc.) o intereses de las partes involucradas.*

*Las preguntas de este nivel involucran tanto contextos que son cercanos a la cotidianidad del estudiante, o de conocimiento y amplia discusión pública, como contextos más lejanos y complejos.*

- Reconoce la postura de una persona o grupo de personas frente a una propuesta de solución a un problema.
- Identifica acuerdos y desacuerdos entre las perspectivas de diferentes actores, así como reacciones no esperadas por estos ante una propuesta de solución a un conflicto.
- Identifica distintos aspectos (económicos, políticos, sociales, entre otros) que se oponen de manera directa en un conflicto.
- Identifica en la solución a un problema a cuál aspecto se le da mayor importancia.
- Analiza las consecuencias de la implementación de una solución en lo que concierne a una dimensión de un problema.

### NIVEL 3

Puntaje: 161-200

#### Descripción General

*Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel comprende la primacía de la Constitución sobre cualquier otra norma. Además, conoce deberes ciudadanos consagrados en ella, así como las funciones de los entes de control y de las entidades de representación indirecta en Colombia.*

*Identifica argumentos implícitos en un enunciado o afirmación y establece la relación entre una afirmación y una cosmovisión. Finalmente, analiza y compara propuestas de solución a un problema.*

*Las preguntas de este nivel involucran contextos de conflicto que pueden ser alejados de la cotidianidad del estudiante y que no necesariamente son de amplia discusión pública. Se usan temas más complejos, que requieren un nivel mayor de abstracción o sobre los cuales se realiza una descripción menos detallada del problema en cuestión.*

#### Descripción específica

El estudiante que se ubica en este nivel:

- Comprende que en Colombia la Constitución está por encima de cualquier ley.
- Identifica deberes ciudadanos consagrados en la Constitución política de Colombia.
- Conoce la importancia de la democracia representativa en Colombia y el funcionamiento de las instituciones que la hacen posible (por ejemplo, Congreso y asambleas departamentales).
- Conoce las funciones de los entes de control (Procuraduría General de Nación y Contraloría General de la República) establecidos en la Constitución política de Colombia.
- Reconoce lo que se está afirmando o proponiendo cuando esto no se está diciendo explícitamente o cuando esto se describe de forma incompleta.
- Identifica de qué manera la cosmovisión o ideología de una persona o grupo se traduce o refleja en determinados argumentos.
- Identifica el aspecto de un problema que no está contemplado en una propuesta de solución.
- Identifica relaciones (por ejemplo, de afinidad) entre propuestas con distintos énfasis para resolver una situación conflictiva.

### NIVEL 4

Puntaje: 201-300

#### Descripción General

#### Descripción específica

Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel comprende cómo se puede modificar la Constitución política de Colombia. Además, analiza críticamente argumentos y enunciados y las relaciones entre ellos.

Finalmente, compara las perspectivas de diferentes actores cuando estas son implícitas e identifica dimensiones y condiciones de un contexto cuando estas también son implícitas. Las preguntas de este nivel involucran contextos que, además de que pueden ser alejados de la cotidianidad del estudiante, y de que no necesariamente son de amplia discusión pública, implican el uso de conocimientos generales sobre situaciones sociales para su resolución. Al igual que en el nivel anterior, se usan temas complejos, que requieren un alto nivel de abstracción o con descripciones poco detalladas sobre el problema en cuestión.

El estudiante que se ubica en este nivel:

- Conoce los requisitos y procedimientos para modificar la Constitución política de Colombia.
- Reconoce la relación entre enunciados y la validez de argumentos cuando este ejercicio implica el uso de conocimientos (políticos, sociales, culturales, etc.) generales sobre situaciones sociales.
- Identifica perspectivas implícitas de diferentes actores involucrados en un problema y establece relaciones de afinidad u oposición con otras perspectivas.
- Identifica dimensiones involucradas en un conflicto y condiciones que hacen que una solución a un problema pueda implementarse en un contexto diferente, en situaciones en las que las dimensiones o las condiciones no son explícitas e implican conocimientos generales sobre situaciones sociales.

### Descripción de nivel de desempeño del módulo de

#### Comunicación escrita

##### NIVEL 1

Puntaje: 0-125

El estudiante que se ubica en este nivel no supera las preguntas de menor complejidad de la prueba.

##### NIVEL 2

Puntaje: 126-155

Los textos ubicados en este nivel presentan alguna de las siguientes características:

- Problemas evidentes en el manejo de la convención (sintaxis, escritura de las palabras, segmentación, omisión de letras, etc.).
- Ideas aisladas y desarticuladas entre sí, que impiden la identificación de un tema o idea central, lo que hace que el escrito sea incoherente.
  - Es posible identificar un objetivo o intención, aunque este no se desarrolla de manera efectiva.

##### NIVEL 3

Puntaje: 156-190

En el texto hay una estructura básica en la que es posible identificar una introducción, un desarrollo y un cierre. El texto se desarrolla en un mismo eje temático, de este modo, el texto alcanza unidad.

- El discurso se adecua a un interlocutor o lector específico. Puede identificarse claramente el propósito del texto.
- Hay un buen uso del lenguaje, aunque pueden identificarse errores de puntuación y fallas de cohesión local.

- Es posible encontrar textos que, a pesar de tener progresión temática, incluyen información innecesaria que le quitan fluidez al discurso.

#### NIVEL 4

Puntaje: 191-300

Los textos ubicados en este nivel presentan la información de manera organizada gracias a su estructura, progresión temática y articulación adecuada de sus partes. El texto se destaca por su fluidez y coherencia. Además, pueden presentarse las siguientes características:

- El planteamiento del estímulo se complejiza gracias a la presentación de diferentes perspectivas sobre el tema, lo que permite que el texto sea reflexivo y que cumpla satisfactoriamente con el propósito comunicativo.
- En el texto se evidencia un diálogo amplio de ideas y posiciones con otros textos de la cultura (intertextualidad).
- En el texto se evidencia el dominio de recursos estilísticos y discursivos que son utilizados para cumplir con el propósito comunicativo.

#### NIVEL -A1

Puntaje: 0-123

El estudiante que se ubica en este nivel no supera las preguntas de menor complejidad de la prueba.

#### NIVEL A1

Puntaje: 124-145

- 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.
- Puede relacionarse de forma elemental siempre que su interlocutor hable despacio y con claridad y esté dispuesto a cooperar.

#### NIVEL A2

Puntaje: 146-170

- 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.

#### NIVEL B1

Puntaje: 171-199

- 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 las 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.

#### NIVEL B2

Puntaje: 200-300

- 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.

### Lectura Crítica

#### NIVEL 1

Puntaje: 0-125

##### Descripción General

El estudiante que se ubica en este nivel identifica elementos del texto como la temática, la estructura, entre otros, siempre y cuando estos aparezcan de manera explícita. En este sentido, podría reconocer la intención comunicativa del autor y responder a preguntas específicas que indagan sobre datos suministrados en el texto. Así mismo, podría identificar algunos recursos lingüísticos y discursivos que permiten comprender el significado local de los enunciados.

##### Descripción específica

El estudiante que clasifica en este nivel podría:

- Responder a preguntas como ¿de qué trata el texto?, ¿quién enuncia?, ¿para quién?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿qué ocurre?
- Localizar información particular en el texto: datos, hechos, eventos, características de los personajes y relaciones entre estos, expresiones específicas, gráficas, etc.
- Identificar recursos lingüísticos básicos; es decir, entiende el significado de una palabra en el contexto oracional, reconoce algunas figuras retóricas del texto, reconoce la función referencial de las palabras en el texto, y distingue el uso de conectores.
- Comprender el significado de palabras, enunciados, expresiones, gráficas e ilustraciones del texto.
- Reconocer la síntesis y su función dentro de la estructura global del texto.
- Identificar la estructura básica del texto: introducción, argumentos y conclusión.
- Identificar la intención comunicativa del autor.

#### NIVEL 2

Puntaje: 126-160

##### Descripción General

##### Descripción específica

Adicionalmente a lo descrito en el nivel I, el estudiante que se ubica en este nivel reconoce la macroestructura del texto; es decir, comprende el sentido global a partir de los elementos de cohesión que permiten su coherencia.

Además de esto, identifica la tipología textual, las estrategias discursivas, y reconoce las funciones del lenguaje para comprender el sentido del texto.

El estudiante que clasifica en este nivel:

- Comprende el sentido global a partir de la identificación de la tesis, los argumentos, el tipo de audiencia y las voces presentes en el texto.
- Identifica estrategias discursivas en el texto.
- Comprende cómo se articulan las estrategias discursivas en el entramado textual para transmitir el mensaje.
- Reconoce la tipología textual de la que se vale el autor para dar cuenta del sentido global del texto.
- Deduce información puntual a partir del texto base.
- Comprende el significado de un enunciado articulado al sentido global del texto.
- Identifica la función poética del lenguaje.
- Comprende la función de los conectores en la transmisión del mensaje.
- Identifica la función de las partes del texto (título, enunciados, párrafos, etc.) en la construcción del sentido global.
- Organiza las ideas de un texto para cumplir con un propósito comunicativo determinado.
- Extrae conclusiones a partir de la información del texto.
- Da cuenta de la relación causa-efecto.
- Identifica las voces usadas por el autor, así como el interlocutor al cual se dirige el texto.

NIVEL 3

Puntaje: 161-200

Descripción General

Adicionalmente a lo descrito en los niveles I y II, el estudiante que se ubica en este nivel va más allá de la información explícita del texto dominando las estrategias de comprensión del texto. El estudiante, además, puede proyectar escritos a partir de la información del texto.

Descripción específica

El estudiante que clasifica en este nivel:

- Interpreta el texto más allá de la forma y el contenido para comparar, asociar, relacionar, jerarquizar, analizar, comprobar, sintetizar y contextualizar la información local y general del texto.
- Imagina situaciones hipotéticas a partir de la información del texto.
- Idea, traza e imagina situaciones o escritos a partir del texto.
- Asigna valor a la intención del autor a partir de la información suministrada en el texto.

NIVEL 4

Puntaje: 201-300

Descripción General

Descripción específica

Adicionalmente a lo descrito en los niveles I, II y III, el estudiante que se ubica en este nivel valora el contenido global del texto a partir de los elementos locales, las relaciones entre estos, y su posición en un determinado contexto desde una perspectiva hipotética.

El estudiante que clasifica en este nivel:

- Elabora hipótesis frente a una situación de comunicación, usando la información del texto, aunque esta sea fragmentaria.
- Integra los elementos locales en los procesos discursivos que contribuyen a la comprensión global del texto, para elaborar una valoración final de su sentido.
- Relaciona contenidos con variables contextuales de la experiencia cotidiana.
- Resuelve situaciones hipotéticas a partir de la información presentada en el texto.

### Descripción de nivel de desempeño del módulo de

#### Razonamiento Cuantitativo

##### NIVEL 1

Puntaje: 0-125

##### Descripción General

El estudiante que se encuentra en este nivel podría identificar información explícita proveniente de una única fuente asociada a contextos cotidianos, que es presentada en tablas o gráficas de barras que contienen pocos datos, o involucran máximo dos variables.

##### Descripción específica

El estudiante que se encuentra en este nivel podría:

- Establecer relaciones de similitud y orden a partir de información que le es suministrada.
- Representar en otros registros la información contenida en tablas y gráficos.

##### NIVEL 2

Puntaje: 126-160

##### Descripción General

Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante clasificado en este nivel identifica e interpretar información explícita de diversas fuentes, que es presentada en tablas y gráficas de barras, a la vez que usa procedimientos aritméticos sencillos a partir de la información dada.

##### Descripción específica

El estudiante que se encuentra en este nivel:

- Identifica y extrae información explícita presentada en tablas y gráficas de barras.
- Representa información contenida en gráficas de barras en otros tipos de registro.
- Formula estrategias, valida procedimientos sencillos y resuelve problemas en contextos cotidianos relacionados con el uso de dinero, funcionamiento de negocios, etc., que requieren el uso de una o dos operaciones, como suma, resta o multiplicación. propiedad distributiva del producto respecto a la suma.

##### NIVEL 3

Puntaje: 161-200

##### Descripción General

##### Descripción específica

Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante clasificado en este nivel extrae información implícita contenida en representaciones no usuales asociadas a una misma situación y provenientes de una única fuente de información, argumentar la validez de procedimientos, y resolver problemas utilizando modelos que combinan procedimientos aritméticos, algebraicos, variacionales y aleatorios.

El estudiante que se encuentra en este nivel:

- Identifica y extrae información relevante, explícita o implícita, presentada en gráficos no usuales, como gráficas de barras apiladas, diagramas circulares, etc.
- Identifica diferencias entre representaciones de datos asociados a un mismo contexto.
- Pronostica resultados, indicando un valor único o un intervalo posible, a partir de tendencias en los datos presentados.
- Formula estrategias y resuelve problemas utilizando el cálculo de porcentajes, conversión de unidades estándar, promedios simples, nociones básicas de probabilidad o conteos que utilizan los principios de la suma y la multiplicación, con pocos pasos o cálculos.

**NIVEL 4**

*Puntaje: 201-300*

*Descripción General*

Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante clasificado en este nivel identifica y usa información implícita contenida en representaciones no usuales provenientes de diversas fuentes de información, para comprender una situación problema; argumenta la validez de procedimientos y los usa para solucionar problemas, decidiendo cuál es el más adecuado.

**Descripción específica**

El estudiante que se encuentra en este nivel:

- Reconoce el significado de expresiones aritméticas dadas en el marco de la solución de un problema.
- Establece y utiliza puntos de referencia en el plano haciendo uso de nociones de paralelismo y rotaciones.
- Propone representaciones a partir de la manipulación y transformación de los datos relevantes en contextos con una o más fuentes de información.
- Formula estrategias y resuelve problemas, en contextos con información implícita, utilizando conversión de unidades no estándar, operaciones con decimales y el concepto de proporcionalidad y la regla de tres.
- Identifica y corrige errores en procedimientos propuestos como solución a un problema.
- Resuelve problemas que requieren realizar múltiples operaciones o aproximaciones como parte del proceso de solución.
- Valida y compara procedimientos de solución a un mismo problema y las soluciones obtenidas.

## *DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES:*

El presente estudio permitió realizar una propuesta metodológica para la medición del valor agregado, a partir de un modelo de regresión logística en donde se contemplan los factores que inciden en el logro de los aprendizajes (personales e institucionales), para ello, se tomó como base la información otorgada por el ICFES.

Es importante indicar que uno de los trabajos más exhaustivos de esta propuesta fue el cruce de la información de los resultados de las pruebas saber pro y saber 11. dado que la data suministrada no contaba con el número de identificación de los estudiantes, ni con los códigos EK y AC de las pruebas, sin embargo, se generó una clave para el cruce obteniéndose una muestra del 37% para el periodo 2016, 68% para el 2017 y 72% para el periodo 2018.

La metodología que se implementó permitió como primera medida determinar el porcentaje de estudiantes que presentaron un crecimiento en el logro de los aprendizajes con respecto a los módulos genéricos de razonamiento cuantitativo, inglés, competencias ciudadanas y lectura crítica, encontrándose que para el 2018 el porcentaje de estudiantes que presentaron un crecimiento en el puntaje global de la prueba saber pro con respecto a la de saber 11 oscila entre el 40% y el 72% (Enfermería e Ingeniería Electrónica respectivamente) de estudiantes; es de indicar también que el crecimiento total en los puntajes de las pruebas de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, inglés y puntaje global lo alcanzaron aproximadamente el 60% de estudiantes, mientras que para competencias ciudadanas el 45%.

Después de determinar la variable “zona de crecimiento”, se utilizó análisis de correspondencia múltiple y análisis de componentes principales para reducir la cantidad de variables categóricas de la encuesta de caracterización de los estudiantes y las correspondientes variables de profesores e infraestructura.

Una vez organizadas las variables (índices), se realizaron los diferentes modelos identificando aquellos factores que inciden en el logro de los aprendizajes, en donde las que más presentaron incidencia fueron aquellas relacionadas con la infraestructura y dedicación completa de los profesores. Sin embargo, se aplicó la metodología de efectos aleatorios por cada sede y grupo de referencia para determinar qué programas efectivamente sí aportan al aprendizaje de los estudiantes, estos resultados se presentan de manera positiva o negativa, solo con el propósito de reflexionar al interior del programa y del quehacer docente para mejorar los procesos de orientación al aprendizaje y la implementación de nuevas estrategias pedagógicas y didácticas en alineación con el Proyecto Educativo de la Institución.

Con respecto al instrumento de la caracterización de los estudiantes, se recomienda que la Universidad diseñe e implemente una caracterización más adecuada para la construcción de índices y el cálculo de valor agregado y por ende realizar la validación correspondiente del instrumento (Análisis confirmatorio).

En cuanto a los factores institucionales se recomienda estudiar otros factores que la Institución considere pertinentes en la medición de la calidad académica ya que la información otorgada es limitada, pues estas características son generales y no se profundiza alrededor de la incidencia en el logro y los ambientes de los aprendizajes.

Se recomienda explorar nuevas metodologías estadísticas para la medición del valor agregado como por ejemplo “Modelo logístico multinivel” y profundizar en las técnicas de inteligencia artificial.

Con relación a la data, se recomienda gestionar ante ICFEs la posibilidad de contar con el 100% del cruce de los resultados de las pruebas saber pro y saber 11, con el propósito de realizar mejores conclusiones con respecto al crecimiento de las habilidades de los estudiantes y el aporte de la institución. En términos tecnológicos se recomienda el desarrollo o aplicativo del modelo propuesto para que la comunidad académica cuente con la información en tiempo real.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, B. D. (2001). Can flexible non-linear modeling tell us anything new about educational productivity? *Economics of Education Review* 20 , 81-92.
- Bassiri, D. (2016). Are value-added measures of high school effectiveness related to students' enrollment and success in college? *Act research report series*, 44.
- Braun, H., Chudowsky, N., & Koenig, J. (2010). *Getting Value Out of Value-Added: Report of a Workshop*. Washington D.C.: Committee on Value-Added Methodology for Instructional Improvement, Program Evaluation, and Accountability; National Research Council .
- Caicedo, E. F., & López, J. A. (2017). *Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales*. Cali: Universidad del Valle.
- Carmona, E. J. (2014). Tutorial sobre Máquinas de Vectores Soporte (SVM). *Universidad Nacional de Educación a Distancia* , 25.
- Coates, H. (2009). What's the Difference? A Model for Measuring the Value Added by Higher Education in Australia. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 21.
- Cunha, J. M. (2014). Measuring value-added in higher education: Possibilities and limitations in the use of administrative data. *Economics of Education Review*, 42, 64-77.
- Gurney, K. (1997). *An introduction to neural networks*. London and New York: UCL Press.
- ICFES. (2019). *ICFES mejor saber*. Obtenido de <http://www.icfes.gov.co/valor-agregado>
- Jayaraman, B. (2017). *Artificial Neural Networks - Theory and Applications*. . Kanpur: Indian Institute of Technology.
- Jesse M. Cunha, T. M. (2014). Measuring Value-Added in Higher Education Possibilities and Limitations in the Use of Administrative Data. *Economics of Education Review*, v. 42, 64-77.
- Klein, S. P., Kuh, G. D., Chun, M., Hamilton, L., & Shavelson, R. (2005). AN APPROACH TO MEASURING COGNITIVE OUTCOMES ACROSS HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS. *Research in Higher Education*, Vol. 46, No. 3, 251-276.
- Kong, W.-H., & Fu, T.-T. (2012). Assessing the performance of business colleges in Taiwan using data envelopment analysis and student based value-added performance indicators. *Omega*, 541-549.
- Kriesel, D. (2005). *A Brief Introduction to Neural Networks*. Bonn: dkriesel.com.
- Larranaga, P., Inza, I., & Moujahid, A. (2015). *Clustering*. Obtenido de <https://www-users.cs.umn.edu/~kumar001/dmbook/ch8.pdf>
- Liu, L. (2010). Value-added assessment in higher education: a comparison of two methods. *Springer Science+Business Media B.V*, 18.

- López, M. J., López, B., & Díaz, V. (2005). Algoritmo de aprendizaje por refuerzo continuo para el control de un sistema de suspensión semi-activa. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*, 77-91.
- Martínez Navarro, A. A. (20 de septiembre de 2017). Analytics, Comparativo de técnicas de clustering en Learning. *Trabajo Fin de Máster UNIR*, pág. 49.
- Mella, O. (2003). APLICACIÓN DE VALOR AGREGADO EN EL CONTEXTO DE UN MODELO DESCENTRALIZADO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y EFICACIA ESCOLAR. *CIDE*.
- Morales, E., & Escalante, H. (2017). *Clustering*. México: INAOE.
- Morales, E., González, J., & Escalante, H. (2017). *Maquinas de Soporte Vectorial*. México: INAOE.
- Moriconi, G. M. (2014). Estimando modelos de valor agregado: Evidencias sobre la eficacia de los maestros de las escuelas municipales de São Paulo. *Estimating Value-Added Models*.
- Muñoz Gómez, I. (s.f.). Modelo de Valor Agregado: una implementación para el caso de la educación superior en Colombia. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia–Sede Bogotá*.
- Muñoz, I. (2016). Modelo de Valor Agregado: una implementación para el caso de la educación superior en Colombia. *Facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Ciencias Económicas*.
- Nielsen, M. (1 de 12 de 2019). <http://static.latexstudio.net/>. Obtenido de <http://static.latexstudio.net/article/2018/0912/neuralnetworksanddeeplearning.pdf>
- OECD. (2011). El diseño de modelos de valor agregado, in *Measuring Improvements in Learning*.
- Omran, M., Engelbrecht, A., & Salman, A. A. (2007). An Overview of Clustering Methods. *Intelligent Data Analysis*, Pretoria.
- Orjuela, C. A. (2015). *Valor agregado en la educación superior. Aplicación para las competencias genéricas en las pruebas saber pro 2012 (tesis maestría en economía aplicada)*. Cali: Universidad del Valle.
- Rodríguez, R. (2015). *MEDICIÓN DEL VALOR AGREGADO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN BOGOTÀ (tesis de maestría)*. Universidad Santo Tomás, Bogota, Bogotá. Recuperado el 6 de diciembre de 2019, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/301/Medicion%20del%20valor%20agregado%20para%20la%20educacion%20superior%20en%20Bogota.pdf?sequence=1>
- Sanders, W. L. (1994). The Tennessee value-added assessment system (TVAAS): Mixed-model methodology in educational assessment. *Journal of Personnel Evaluation in education*, 299-311.
- Santín, D. (2003). Eficiencia técnica y redes neuronales: un modelo para el cálculo del valor añadido en educación. *Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad Complutense de Madrid*.
- Santín, D. y. (2000). Artificial Neural Networks for Measuring Technical Efficiency in Schools. *II Oviedo Workshop on Efficiency and Productivity Analysis*.



- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Tufi M., A. B. (2017). Modelos de valor agregado para medir a eficácia das escolas Geres. *Ensaio: aval. públ. Educ.*, 59-89.
- UDEEC. (2019). *Propuesta metodológica para medición del valor agregado en UDEEC*. Bogotá: UDEEC.
- UNIR . (2019). *Introducción al aprendizaje automático*. La Rioja: UNIR.
- UNIR. (2019). *Técnicas de aprendizaje no supervisado* . La Rioja: UNIR.
- Yuan, K. (2015). A Value-Added Study of Teacher Spillover Effects Across Four Core Subjects in Middle Schools. *ducation Policy Analysis Archives*, v. 23, no. 38, 1-24.
- Yunker James A. (2005). The dubious utility of the value-added concept in higher education: the case of accounting. *Economics of Education Review*, 355-367.