

## **Impacto apoyos en pre-cálculo**

CM0436 – Práctica Investigativa 1  
Coordinador: Andrés Sicard  
2015-2

# Impacto de estrategias de apoyo académico a estudiantes becados en pre-cálculo

Mayra Bustamante-López<sup>1</sup>  
Pedro Vicente-Esteban<sup>2</sup>

## **Resumen**

En este trabajo se mide el impacto de algunas estrategias de apoyo en pre-cálculo que brinda la universidad EAFIT a sus nuevos estudiantes, tomando como centro de la investigación los estudiantes becados que son la población objetivo de este trabajo. Los datos usados para esta medición son las notas obtenidas por los alumnos que iniciaron su vida académica durante el semestre 2015-1 en tres evaluaciones: una evaluación auto-diagnóstica, los talleres de un curso virtual de pre-cálculo y una de seguimiento. Luego de esto se hicieron gráficas para analizar el comportamiento de los resultados y se creó un modelo de regresión lineal para los datos, que arroja cuánto puede impactar a la nota de Matemáticas 1 o Cálculo 1 el aumento en las calificaciones en los exámenes ya mencionados. Al final se obtuvo que el promedio de las notas de los becados iba aumentando a medida que se realizaba un nuevo examen, además la media de todas las notas de los alumnos que utilizaron todos los apoyos dados por la Universidad fue mucho más alta que la general en todas las evaluaciones, inclusive en las materias Matemáticas 1 o Cálculo 1. De los exámenes el que más impacto tiene en los jóvenes es el de seguimiento.

---

<sup>1</sup> Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Ingeniería Matemática, mbustam2@eafit.edu.co.

<sup>2</sup> Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Departamento de Ciencias Matemáticas, pesteban@eafit.edu.co.

## 1. Introducción

La Universidad EAFIT ofrece a sus nuevos estudiantes recursos de nivelación en pre-cálculo que consisten en un curso virtual y 20 horas de clases presenciales durante la primera semana académica. El curso llamado “Iniciación al Cálculo” es una iniciativa conjunta de Proyecto 50 y el Departamento de Ciencias Matemáticas de la Universidad con apoyo de Desarrollo Estudiantil. Esta es una forma de nivelar los conocimientos previos de los alumnos de las materias Matemáticas 1 y Cálculo 1.

Los estudiantes que usan estos recursos presentan una prueba auto-diagnóstica virtual antes de iniciar el proceso, también realizan unos talleres que son evaluados durante el curso y, por último, al terminar las clases presenciales presentan una prueba de seguimiento. La pregunta a responder es si estos modos de evaluación, antes mencionados, poseen algún tipo de correlación con las notas de las materias que tienen un componente matemático.

De la población que realiza estas evaluaciones se analizará en específico a aquellos que poseen algún tipo de beca, ya que son los de interés para este estudio puesto que la Universidad debe entregar reportes semestrales a algunas entidades que otorgan las becas tales como el Ministerio de Educación Nacional con el programa “Ser Pilo Paga”.

Al encontrar el impacto de estas iniciativas en las notas de Matemáticas 1 o Cálculo 1, éste puede mostrar que tan buenas son estas medidas de los cursos virtuales y las clases presenciales. Además también evidenciaría si están logrando su objetivo principal que es mejorar el desempeño de los estudiantes en las materias con componente matemático vistas en el primer semestre académico.

El trabajo está estructurado de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta la definición del modelo de regresión lineal, la forma en que se ordenaron los datos, así mismo se definen los procedimientos utilizados en la obtención de los resultados. En la sección 3 se presentan los resultados, la mayoría en forma de gráficos para luego hacer un análisis y discusión de los mismos en la sección 4. Por último, en la sección 5 se mencionan las conclusiones de los principales resultados.

Este trabajo se centra en qué tanto es afectada la nota de Matemáticas 1 y Cálculo 1 por las notas de las evaluaciones hechas durante el curso virtual. En trabajos anteriores como el desarrollado por Carlos Esteban Posada Mejía [1] se estudió el impacto de variables como el género, carrera, escuela y tipo de beca

- **Género**

| Género                          | Desempeño general |
|---------------------------------|-------------------|
| Hombre                          | 79%               |
| Mujer                           | 77%               |
| <b>Promedio General Becados</b> | <b>78%</b>        |

Figura 1. Desempeño de los estudiantes dependiendo del género

- **Carrera**

| Carrera                          | Desempeño promedio |
|----------------------------------|--------------------|
| DERECHO                          | 85.4%              |
| BIOLOGÍA                         | 83.8%              |
| NIVELATORIO DE MÚSICA            | 82.9%              |
| INGENIERÍA DE PROCESOS           | 82.8%              |
| INGENIERÍA MECÁNICA              | 82.7%              |
| INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO | 81.5%              |
| INGENIERÍA CIVIL                 | 81.4%              |
| MERCADEO                         | 80.3%              |
| GEOLOGÍA                         | 79.8%              |
| INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN         | 79.7%              |
| FINANZAS                         | 79.6%              |
| INGENIERÍA FÍSICA                | 79.4%              |
| MÚSICA                           | 79.2%              |
| NEGOCIOS INTERNACIONALES         | 78.4%              |
| INGENIERÍA DE SISTEMAS           | 76.7%              |
| ECONOMÍA                         | 75.5%              |
| CONTADURÍA PÚBLICA               | 73.7%              |
| ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS       | 73.4%              |
| CIENCIAS POLÍTICAS               | 69.0%              |
| COMUNICACIÓN SOCIAL              | 68.3%              |
| PSICOLOGÍA                       | 64.5%              |
| <b>Promedio General Becados</b>  | <b>78.1%</b>       |

Figura 2. Desempeño de los estudiantes dependiendo del pregrado al que pertenecen

- **Escuela**

| Escuela                               | Desempeño promedio |
|---------------------------------------|--------------------|
| <b>Escuela de Derecho</b>             |                    |
| DERECHO                               | 85.4%              |
| <b>Escuela de ciencias</b>            |                    |
| GEOLOGÍA                              | 79.8%              |
| INGENIERÍA FÍSICA                     | 79.4%              |
| BIOLOGÍA                              | 83.8%              |
| <b>Escuela de Ingeniería</b>          |                    |
| INGENIERÍA CIVIL                      | 81.4%              |
| INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO      | 81.5%              |
| INGENIERÍA DE PROCESOS                | 82.8%              |
| INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN              | 79.7%              |
| INGENIERÍA DE SISTEMAS                | 76.7%              |
| INGENIERÍA MECÁNICA                   | 82.7%              |
| <b>Escuela de Economía y Finanzas</b> |                    |
| ECONOMÍA                              | 75.5%              |
| FINANZAS                              | 79.6%              |
| <b>Escuela de Administración</b>      |                    |
| MERCADEO                              | 80.3%              |
| CONTADURÍA PÚBLICA                    | 73.7%              |
| NEGOCIOS INTERNACIONALES              | 78.4%              |
| ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS            | 73.4%              |
| <b>Escuela de humanidades</b>         |                    |
| PSICOLOGÍA                            | 64.5%              |
| COMUNICACIÓN SOCIAL                   | 68.3%              |
| CIENCIAS POLÍTICAS                    | 69.0%              |
| MÚSICA                                | 79.2%              |
| NIVELATORIO DE MÚSICA                 | 82.9%              |

Figura 3. Desempeño de los estudiantes dependiendo de la escuela a la que pertenecen

- **Tipo de beca**

| Tipo de beca                    | Desempeño promedio | Estudiantes por tipo de beca |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 10.000 BECAS PRESIDENCIA        | 77.5%              | 155                          |
| FONDO EPM                       | 80.1%              | 32                           |
| ANDI-EAFIT                      | 82.9%              | 1                            |
| OLIMPIADAS DEL CONOCIMIENTO     | 86.4%              | 1                            |
| HIJO DE EMPLEADO                | 90.0%              | 1                            |
| <b>Promedio General Becados</b> | <b>78.1%</b>       | <b>190</b>                   |

Figura 4. Desempeño de los estudiantes dependiendo del tipo de beca que tiene

## 2. Metodología

Para alcanzar el objetivo de medir el impacto de los cursos de pre-cálculo ofrecidos por el Departamento de Ciencias Matemáticas en las notas de los estudiantes becados en las áreas Matemáticas 1 y Cálculo 1, se dividió el trabajo en dos partes. En la primera parte se tomaron las bases de datos que contenían la información de participación y resultados en las evaluaciones realizadas en varios puntos del proceso, se unieron en una sola y de allí se midieron los promedios en cada examen y la cantidad de jóvenes que lo ganaron, es decir, tuvieron una nota superior al 60%. En la segunda parte, se tomaron los datos ya organizados y se construyó con ellos un modelo de regresión lineal que arrojara el impacto de cada variable de él en la nota final de Matemáticas 1 y Cálculo 1.

- **Datos**

Los datos que se organizaron fueron entregados en cinco bases de datos distintas proporcionadas por Proyecto 50, Desarrollo Estudiantil, y Admisiones y Registro. La base de datos que poseía las notas de Matemáticas 1 y Cálculo 1 es muy completa, pues posee registro de los nombres completos de los estudiantes, su documento de identidad, código universitario y programa académico al que pertenece dentro de la Universidad. Pero aquellas que eran obtenidas a través de la plataforma del curso virtual solo contienen como información, un nombre de usuario escogido por el estudiante, normalmente un nombre y apellido, y un correo electrónico diferente al institucional, por lo cual se tuvo que suprimir la información de algunos estudiantes al no poder corroborarse su identidad.

En su conjunto, las bases de datos proporcionan información de las notas en las evaluaciones hechas durante los cursos de pre-cálculo, algunas segmentadas por preguntas o tipo de taller realizado, además de la asistencia y la realización de las pruebas. A pesar de mostrarse como obligatorios, no todos los estudiantes becados realizaron la cantidad total de exámenes, eso causa que el número de datos en las bases de datos no sea el mismo.

- **Modelo regresión lineal**

El modelo de regresión lineal, encuentra un modelo estimado que describe una situación donde hay una variable dependiente “y” y algunas variables independientes “x”. Este modelo supone que la relación entre las variables es lineal y “ε” es el error. El error total es la suma de todos los errores [2].

La estructura del modelo es el siguiente:

$$y_i = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

donde  $i = 1, 2, \dots, T$ ,  $T$  es el número de valores de las variables y  $k$  es el número de variables “ $x$ ”.

Para estimar los coeficientes  $\beta_k$  usamos la siguiente ecuación, la cual corresponde al estimador de mínimos cuadrados, que es el de mínima varianza.

$$\vec{\beta}_k = (\vec{x}'\vec{x})^{-1}\vec{x}'\vec{y}$$

El error  $\vec{\varepsilon}$  tiene una distribución uniforme con media igual a cero y varianza igual a  $\sigma^2 I_i$ .

$\sigma^2$  se puede estimar con la siguiente ecuación:

$$\sigma^2 = \frac{\vec{y}'\vec{y} - \vec{\beta}'\vec{x}'\vec{y}}{T - k}$$

Para determinar la variabilidad de los datos de la variable dependiente se usa el coeficiente de determinación  $R^2$ , en específico el coeficiente de determinación corregido pues se halla con el error y la suma de la variable dependiente corregida. La ecuación que describe a este coeficiente es:

$$\frac{\vec{\beta}'\vec{x}'\vec{y} - T\bar{y}^2}{\vec{y}'\vec{y} - T\bar{y}^2}$$

El coeficiente toma valores entre 0 y 1, entre más cercano a 1, menor variabilidad poseen los datos de la variable dependiente “ $y$ ”.

Para el modelo de regresión lineal las variables tomadas son las siguientes:

- **Nota en Matemáticas 1 o Cálculo 1:** Variable dependiente “ $y_i$ ”.
- **Nota en examen auto-diagnóstico:** Variable independiente “ $x_{i1}$ ”.
- **Nota en talleres del curso virtual:** Variable independiente “ $x_{i2}$ ”.
- **Nota en examen de seguimiento:** Variable independiente “ $x_{i3}$ ”.

En este caso se tienen tres variables independientes, que son las notas en los tres exámenes que miden el resultado de los estudiantes becados en los cursos de pre-cálculo. Entonces  $k = 3$ .

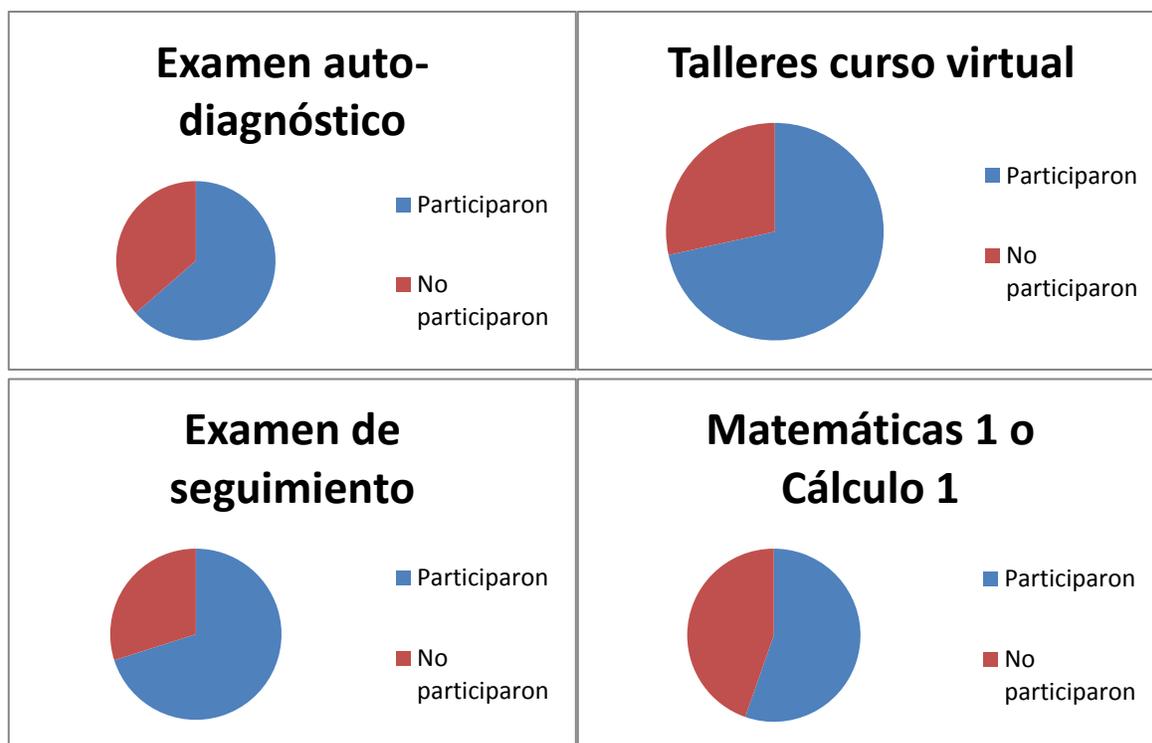
### 3. Resultados

En total 448 estudiantes becados ingresaron a la Universidad en el semestre 2015-1, los cuales participaron en los cursos de pre-cálculo, pero no todos presentaron las tres evaluaciones como se evidencia en la tabla 1.

|                 | Examen auto-diagnóstico | Talleres curso virtual | Examen de seguimiento | Matemáticas 1 o Cálculo 1 |
|-----------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Participaron    | 284 (63.39%)            | 346 (77.23%)           | 313 (69.86%)          | 247 (55.13%)              |
| No participaron | 164 (36.61%)            | 102 (22.77%)           | 135 (30.14%)          | 201 (44.87%)              |

**Tabla 1.** Estudiantes becados que participaron en cada uno de los apoyos en pre-cálculo y Matemáticas 1 o Cálculo 1

Los resultados de participación obtenidos al organizar las bases de datos son presentados en la figura 5.



**Figura 5.** Estudiantes becados que participaron en cada uno de los apoyos en pre-cálculo y Matemáticas 1 o Cálculo 1

La cantidad de estudiantes que obtuvieron un puntaje en las calificaciones de las evaluaciones de los cursos, mayor a 60%, es decir, que las ganaron se evidencia en la tabla 2.

|            | Examen auto-diagnóstico | Talleres curso virtual | Examen de seguimiento | Matemáticas 1 o Cálculo 1 |
|------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Ganaron    | 177 (62.32%)            | 261 (75.43%)           | 291 (92.97%)          | 193 (78.13%)              |
| No ganaron | 108 (37.68%)            | 85 (22.77%)            | 22 (30.14%)           | 54 (44.87%)               |

**Tabla 2.** Estudiantes becados que ganaron cada uno de los apoyos en pre-cálculo y Matemáticas 1 o Cálculo 1

Los promedios de las notas obtenidos al organizar las bases de datos son presentados en la figura 6.

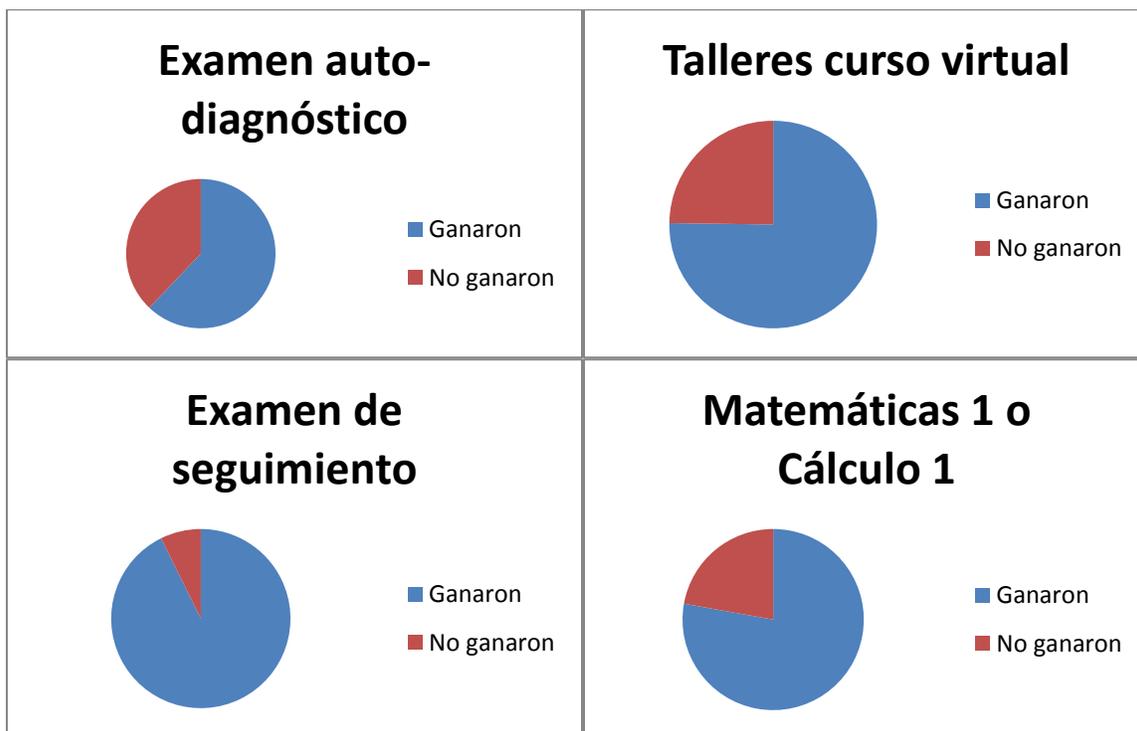


Figura 6. Estudiantes becados que ganaron cada uno de los apoyos en pre-cálculo y Matemáticas 1 o Cálculo

1

Al comparar el promedio de las notas, entre los estudiantes en general y los estudiantes que participaron en todos los programas ofrecidos por el Departamento de Ciencias Matemáticas se obtuvo lo siguiente:

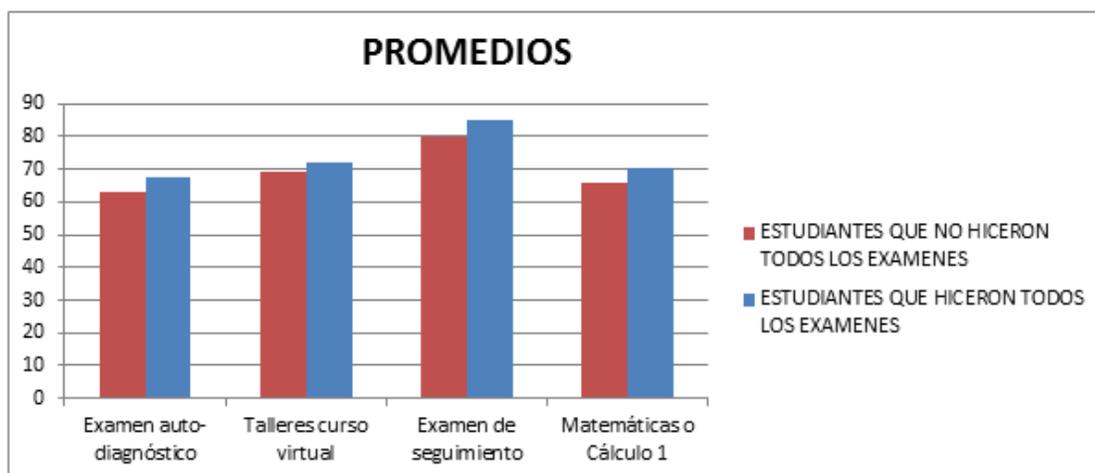


Figura 7. Estudiantes becados que ganaron los apoyos en pre-cálculo y Matemáticas 1 o Cálculo 1

Al ejecutar el Modelo de Regresión Lineal, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los coeficientes de las variables independientes son:

$$\beta_1 = 0.1718, \quad \beta_2 = 0.1403, \quad \beta_3 = 0.5819$$

El coeficiente de determinación es:

$$R^2 = 0.1758$$

El error total es:

$$\varepsilon = -53.1739$$

#### **4. Discusión de resultados**

Con base en los resultados mostrados en la sección 2 que fueron obtenidos por el estudiante Carlos Esteban Posada Mejía, podemos ver de la figura 1 que la diferencia de los resultados generales dependiendo del género es muy poco, pues los hombres tuvieron un promedio del 79% y las mujeres del 77%, entonces la diferencia entre ambos géneros es sólo del 2%, lo que significa que el sexo no es una variable que afecte los resultados.

Por otra parte, si vemos la figura 2, muestra el resultado de los estudiantes segmentado por programa académico, aquí se nota mayor diferenciación, la diferencia entre el mayor (85,4%) y el menor resultado (64,5%) es de 20,9%, la cual es alta. Pero si miramos solo las carreras que toman las materias Matemáticas 1 o Cálculo 1 esta diferencia se disminuye, porque, en este caso, el mayor promedio es 82,7% y el menor es 73,7% lo que da una diferencia del 9%, inferior al 10% lo que hace que la carrera no sea una variable que afecte en gran proporción los resultados en Matemáticas 1 o Cálculo 1. Algo similar sucede cuando analizamos los resultados diferenciados por escuela.

Al estudiar los resultados obtenidos en la sección 3, podemos ver de la figura 5 que a pesar de que los exámenes de los cursos se mostraban como obligatorios, no todos los estudiantes becados los realizaron. De igual modo, no todos los estudiantes tomaron las materias Matemáticas 1 o Cálculo 1 debido a que no hacen parte de su pensum académico. Además, el examen con mayor porcentaje de participación fueron los hechos durante los talleres del curso virtual.

En la figura 6 vemos el porcentaje de estudiantes que aprobaron cada uno de los exámenes realizados durante los cursos de pre-cálculo, y el porcentaje de estudiantes que aprobaron la materia Matemáticas 1 o Cálculo 1. Podemos notar en ellas una tendencia de crecimiento en el porcentaje de estudiantes que ganan los exámenes, es decir, mejoran su rendimiento. Aunque no sucede lo mismo si comparamos con el promedio de Matemáticas 1 o Cálculo 1,

pues si ordenamos de forma descendente, se encuentra con el segundo mejor promedio, después del examen de seguimiento.

Por último en la figura 7 se compara el rendimiento general (de todos los estudiantes) con el rendimiento de los 138 estudiantes que realizaron todos los exámenes y podemos notar que en todos los exámenes, quienes hicieron todas las evaluaciones tuvieron un mejor resultado. Lo mismo sucede cuando vemos los resultados en la materia Matemáticas 1 o Cálculo 1.

Con el modelo de regresión lineal estimamos los valores de los coeficientes de cada una de las variables independientes, estos coeficientes muestran cuánto aumenta el valor de la nota de Matemáticas 1 o Cálculo 1 por un incremento de una unidad en las variables independientes, entonces el valor de estos que sea más alto, significará un mayor impacto en el resultado de la materia con componente matemático. Basándonos en esto, la evaluación que tiene un mayor impacto es la de seguimiento, con un valor del coeficiente de 0,5819.

El coeficiente de determinación dio igual a 0.1758, el cual es cercano a cero, por lo tanto, los datos de la variable dependiente, es decir, las notas en Matemáticas 1 o Cálculo 1 son muy variables, esto se debe a que se tienen valores extremos, con estudiantes con nota igual a cero y otros con nota igual a 5.

El error total da un número grande, pero esto se debe a que es la suma de los errores de los 138 estudiantes que hicieron todas las evaluaciones, que fueron los datos usados para hallar el Modelo de Regresión Lineal.

## **5. Conclusiones**

Del análisis realizado en la sección 4, podemos concluir que el género, carrera y escuela a la que pertenece el estudiante no es una variable que diferencie en una gran proporción los resultados, por lo cual no es necesario tenerlos en cuenta para este trabajo. El rendimiento de los estudiantes mejora durante el proceso de enseñanza de los cursos de pre-cálculo.

El resultado de los estudiantes que hicieron todos los exámenes es mejor que el promedio general. La variable que tiene mayor impacto en la nota de Matemáticas 1 o Cálculo 1 es la nota en la evaluación de seguimiento.

## **Bibliografía**

[1] C. E. Posada, “Impacto del curso Iniciación al Cálculo en el semestre 2015-1”, 2015.

[2] D. S. Moore, “Estadística Aplicada Básica”, 2ª edición, 2005.