



**Evaluación del efecto de un curso nivelatorio de matemáticas en
educación superior: el caso de Matemáticas Básicas**

Camilo Ernesto López Guarín

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Psicología
Bogotá, Colombia

2021

**Evaluación del efecto de un curso nivelatorio de matemáticas en
educación superior: el caso de Matemáticas Básicas**

Camilo Ernesto López Guarín

Tesis para optar al título de Magíster en Psicología

Directora:

Olga Rosalba Rodríguez Jiménez, PhD

Codirector:

Hernando Bayona Rodríguez, PhD

Línea de Investigación:

Psicología del Desarrollo y la Educación: Evaluación y Mejora de Procesos Educativos.

Grupo de Investigación:

Métodos e instrumentos para la investigación en ciencias del comportamiento

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Psicología

Bogotá, Colombia

2021

RESUMEN

Evaluación del efecto de un curso nivelatorio de matemáticas en educación superior: el caso de Matemáticas Básicas

La investigación evalúa los efectos de tomar un curso de nivelación obligatorio, que se ofrece una única vez (*i.e.* no puede repetirse) para estudiantes de pregrado, sobre la probabilidad de matricularse, el desempeño en las asignaturas universitarias de matemáticas, avance en la carrera y probabilidad de graduarse. La investigación emplea un diseño de regresión discontinua que aprovecha el hecho de que los estudiantes admitidos a la universidad que tengan en la prueba de ingreso un puntaje en matemáticas inferior a un umbral están obligados a tomar el curso de nivelación de matemáticas básicas. Se encuentra que el curso de nivelación no tiene un efecto en la probabilidad de matricularse, de desvincularse del programa ni de graduarse seis años después de haber sido admitido. Hay un efecto en el comportamiento de inscripción en la primera matrícula, pues quienes deben nivelar inscriben, en promedio, una asignatura menos en la tipología de fundamentación; sin embargo, esta desventaja desaparece a los tres años de haberse matriculado.

Palabras clave: Educación superior, Educación remedial, nivelación, regresión discontinua.

ABSTRACT

Impact Evaluation of a higher education remedial math course: the case of Matemáticas Básicas

The research assesses the effects of taking a mandatory remedial course, which is offered only once (i.e., cannot be repeated) for undergraduate students, on the probability of enrollment, performance in university mathematics subjects, career advancement and probability of graduation. The research employs a regression discontinuity design that takes advantage of the fact that admitted students who have a mathematics score below a threshold on the entrance test are required to take the basic mathematics remediation course. The remedial course is found to have no effect on the probability of enrolling, dropping out of the program, or graduating six years after admission. There is an effect on the behavior of course enrollment in the first semester, since those who must take the remediation course enroll, on average, one less subject in the foundation typology; however, this disadvantage disappears three years after enrolling.

Keywords: Higher education, remediation, developmental education, regression discontinuity.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
TABLA DE CONTENIDO	5
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
INTRODUCCIÓN.....	9
MARCO CONCEPTUAL Y EMPÍRICO	12
CONTEXTO UNIVERSITARIO.....	18
La nivelación en el siglo XX	18
Un nuevo acercamiento	20
El curso de nivelación.....	22
METODOLOGÍA.....	24
Participantes.....	24
Datos	27
Variables	28
Variables en la línea de base	28
Variables de interés	29
Procedimiento	30
Preparación de los datos.....	30
Análisis de datos: Diseño de discontinuidad en la regresión	31
RESULTADOS	34

Verificación de supuestos	34
Estimación del efecto.....	40
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	43
REFERENCIAS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Resoluciones de Rectoría que regulan la nivelación en Matemáticas</i>	21
Tabla 2. <i>Estadísticas descriptivas de la muestra analítica</i>	26
Tabla 3. <i>Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables de la línea de base</i>	38
Tabla 4. <i>Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables académicas (regresión)</i>	41
Tabla 5. <i>Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables académicas (aleatorización local)</i>	42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** *Probabilidad de asignación a la nivelación en matemáticas básicas de acuerdo con el puntaje el componente de matemáticas*34
- Figura 3** *Distribución del puntaje en el componente de matemáticas centrado en el punto de corte por periodo académico.*.....36
- Figura 4** *Distribución del puntaje en el componente de matemáticas discretizado y centrado en el punto de corte.*37
- Figura 5** *Efecto en las variables de la línea de base.*39

INTRODUCCIÓN

En Colombia, como en otros países de la región, se produjo un aumento en la cobertura en Educación Superior. Entre 2000 y 2010 la tasa de cobertura pasó de 12% a 27%, mientras que la tasa de absorción, entendida como el número de bachilleres del periodo anterior sobre el número de nuevos estudiantes en la educación superior, tuvo un incremento del 21% al 54% (Sánchez Torres & Márquez Zúñiga, 2013). Sin embargo, este aumento estuvo acompañado por un incremento en la tasa de deserción, algo que puede explicarse por el cambio en la composición del cuerpo estudiantil.

En la primera década del siglo XXI aumentó la proporción de estudiantes con menores ingresos y con menores desempeños académicos (Guzmán Ruiz et al., 2009; Sánchez Torres & Márquez Zúñiga, 2013), dos factores asociados con el riesgo de abandonar los estudios. Sobre estas, vale la pena resaltar que las condiciones económicas eran consideradas como el único factor; sin embargo, después de la implementación del Sistema para la Prevención de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior -SPADIES- se ha identificado que las condiciones académicas previas pueden ser más importantes para predecir el abandono de un estudiante (Guzmán Ruiz et al., 2009).

Esta investigación se enfoca en estas falencias en la preparación académica previa y en una de las acciones que emplean las universidades para reducirlas. Una forma de entender esta preparación es que el estudiante pueda cursar y cumplir con éxito, sin remediar, las asignaturas universitarias (Conley, 2007). Desafortunadamente, esto no ocurre y una gran cantidad de los estudiantes que ingresan a la universidad son asignados a cursos de nivelación en matemáticas o en lectoescritura. En la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, cerca del 60% de los admitidos debe hacerlo (Duarte et al., 2014).

Estos cursos de nivelación son una opción para desarrollar las habilidades necesarias para poder completar la trayectoria académica en el pregrado. A pesar de que el objetivo es deseable, la literatura destaca dos posibles resultados: el primero, que tengan un efecto positivo en el desempeño en la asignatura universitaria, el cual es acorde con los objetivos

de la nivelación. La otra posibilidad es que los costos para el estudiante superen a los beneficios y el curso resulte desmotivando a los estudiantes y perjudicando su trayectoria; tal es el caso si se alargan sus estudios o se disminuye la probabilidad de continuarlos o de terminarlos (Bettinger & Long, 2009; Scott-Clayton & Rodriguez, 2015).

Al respecto, en la literatura sobre cursos de nivelación, la mayoría de los resultados son nulos o negativos (Bailey et al. 2013; Boatman & Long, 2018; Duchini, 2017; Valentine et al., 2017); sin embargo, estos han sido realizados principalmente en instituciones de Educación Superior en Estados Unidos. Además, la mayoría de estos trabajos han estado enfocados en los colegios comunitarios, o *community colleges*, por lo que es de interés conocer los efectos en una Institución de Educación Superior en Colombia.

Por este motivo, se propone como objetivo general de esta tesis **estimar el efecto de los cursos de nivelación de matemáticas en variables académicas de corto y mediano plazo.**

Para cumplirlo, se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Realizar la caracterización de los estudiantes que realizan o no el curso de nivelación en matemáticas en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Construir un modelo de inferencia causal para identificar el efecto de los cursos de nivelación en el desempeño académico.
- Evaluar el efecto diferencial de los cursos de nivelación de acuerdo con el público objetivo.

De esta forma, este trabajo evalúa el efecto de ser asignado a un curso de nivelación en matemáticas a partir de los resultados en la prueba de admisión. Para esto, analiza los datos de seis cohortes entre el segundo semestre de 2011 y el segundo semestre de 2013 y emplea un diseño de discontinuidad en la regresión tomando como variable de focalización el resultado en el componente de matemáticas básicas en la prueba de ingreso, pues los estudiantes que están por debajo de un umbral definido por la universidad deben realizar un curso de nivelación, mientras que quienes tienen un resultado por encima de esta pueden

cursar directamente la asignatura de matemáticas. Este diseño compara al grupo de estudiantes que están justo encima del punto de corte con el grupo de estudiantes que está justo debajo, por lo tanto, se estima un efecto local en la vecindad de este umbral, lo cual representa una limitación pues las conclusiones están restringidas a los estudiantes en dicha vecindad.

Los resultados de la investigación indican que no hay un efecto en la probabilidad de matricularse, en la probabilidad de desvincularse del programa ni en la probabilidad de graduarse seis años después de haber sido admitido. Hay un efecto en el comportamiento de inscripción en la primera matrícula, pues quienes deben nivelar inscriben, en promedio, una asignatura menos en la tipología de fundamentación; sin embargo, esta desventaja desaparece a los tres años de haberse matriculado.

Con esto, este trabajo aporta a la literatura sobre el efecto causal de cursos de nivelación en varios aspectos. Primero, extiende la literatura fuera de Estados Unidos en una institución oficial en Colombia en donde cerca del 80% de sus admitidos pertenece a un nivel socioeconómico medio o inferior. Particularmente, contribuye al estudio en países latinoamericanos y particularmente en Colombia, en donde puede ser la primera investigación que estudia el efecto de un curso remedial de matemáticas. Finalmente, este curso de matemáticas tiene la particularidad de que no se puede repetir, a diferencia de otros modelos en los que existe una secuencia de prerrequisitos, por lo que los resultados pueden contribuir a la discusión sobre la organización del curso dentro del plan de estudios.

El documento se organiza de la siguiente forma. El segundo capítulo presenta el marco conceptual los resultados de algunas evaluaciones empíricas; el tercero muestra los antecedentes del curso de nivelación en la Universidad Nacional, la normatividad que lo regula y su estructura durante el periodo del estudio. El capítulo 4 presenta la metodología, la cual incluye la muestra, las variables de interés, los conjuntos de datos usados y su preparación, además, presenta el método de análisis. El capítulo 5 presenta los resultados de la estimación. Finalmente, se presenta la discusión y las conclusiones.

MARCO CONCEPTUAL Y EMPÍRICO

Los cursos de nivelación, o también llamados cursos remediales, están pensados para desarrollar aquellas habilidades de los estudiantes en las que tienen dificultades, de tal forma que puedan afrontar los cursos de nivel universitario.

En la literatura se destacan dos posturas sobre el efecto de estos cursos. Pueden ser vistos como un apoyo o como un obstáculo. La primera de estas posturas se asocia con el objetivo de los cursos; mientras que la segunda se asocia con los obstáculos que surgen en la trayectoria y que pueden disminuir el interés de los estudiantes; por ejemplo, si son percibidos como una señal sobre el desempeño o las capacidades del estudiante o si retrasan el inicio de los estudios universitarios, pues estos créditos no siempre están considerados en los planes de estudios. Estos elementos, sumados al aumento de la duración de la carrera pueden disuadir a los estudiantes para no completar sus estudios (Bettinger & Long, 2009; Scott-Clayton & Rodriguez, 2015).

Uno de los aspectos necesarios para las instituciones educativas es contar con herramientas para evaluar la efectividad de estos cursos. Hasta comienzos de este siglo eran escasas las evaluaciones en este sentido, además, una buena parte de estas tenía fallas metodológicas (Bahr, 2008; Bettinger & Long, 2009). Entre los problemas identificados por Bahr (2008) se señala la confianza en análisis bivariados o con poco control estadístico, el uso de muestras pequeñas o de datos provenientes de una sola institución, la incapacidad de distinguir entre los estudiantes que remedian exitosamente de quienes no, o los fallos al abordar resultados a largo plazo de una forma comprensible. Esta situación ha cambiado y, si bien no hay evidencias basadas en experimentos aleatorizados, el uso reciente de métodos cuasiexperimentales ha permitido avanzar en el conocimiento de estos efectos (Melguizo et al., 2011; Valentine et al., 2017). Algunos estudios usan métodos como emparejamiento, variables instrumentales o regresión, los cuales hacen un mejor trabajo para ajustar por las diferencias preexistentes. De estos, el diseño de regresión discontinua es el que más se asimila a un experimento, al menos alrededor del punto de corte, en donde la diferencia entre

quienes son asignados a la nivelación y quienes no pudiera explicarse por el error de la prueba (Melguizo et al., 2011).

Pese a estos avances, la investigación empírica ofrece evidencia mixta, aunque son más las investigaciones que presentan efectos nulos o incluso perjudiciales.

Las investigaciones empíricas se han desarrollado, en su mayoría, en Estados Unidos y en *community colleges*. Estos son instituciones de educación superior que ofrecen grados de corta duración y también la opción de transferir créditos a instituciones universitarias. En algunos casos estas instituciones ofrecen más de un curso de nivelación, por lo que algunas investigaciones analizan la asignación en estos niveles (Boatman & Long, 2018; Melguizo et al., 2016). Esta investigación se desarrolla en un ambiente universitario en el que solo hay un curso de nivelación, por lo que las investigaciones más similares son aquellas en las que hay un análisis del curso que antecede al de nivel universitario y que se desarrollan en instituciones con programas de 4 años o de pregrado. Entre estas se destacan las de Attewell et al. (2006), Bettinger & Long (2009), Boatman & Long (2018) en Estados Unidos y De Paola y Scoppa (2014) y Duchini (2017) en Italia.

Attewell et al. (2006) estudiaron el efecto de tomar cursos de nivelación en las tasas de graduación y en el tiempo de estudios. Para esto usaron datos de la Encuesta Longitudinal Educativa Nacional (National Educational Longitudinal Survey, NELS:88) compuesta por 6.879 registros de estudiantes de la cohorte de 1988 quienes se graduaron de secundaria en 1992 y además contestaron las encuestas de seguimiento en los grados 8, 10 y 12, así como una encuesta final en el año 2000. Para evaluar el efecto, los investigadores controlaron por los antecedentes familiares, así como las habilidades académicas y el desempeño en secundaria. Estas dos últimas variables fueron medidas a partir de la intensidad del currículo de secundaria, los resultados en las pruebas de habilidades generales, y el promedio y la posición del estudiante en secundaria.

El efecto de los cursos de nivelación fue medido mediante el uso de *Propensity Score Matching*. Este método compara a estudiantes que hayan tomado el curso de nivelación con estudiantes de características similares que no lo hayan tomado. El criterio de comparación

es un puntaje basado en la probabilidad de ser asignado al tratamiento a partir de las características del estudiante. Los cursos de nivelación tienen un efecto negativo en la probabilidad de completar los estudios universitarios (cerca de 7 puntos porcentuales) al tiempo que aumentan el tiempo de estudios; sin embargo, los estudiantes de instituciones con programas de dos años de duración quienes terminan exitosamente los cursos de nivelación tienen mayores probabilidades de graduarse. En el caso de las instituciones de cuatro años, si bien el efecto es negativo, este no es estadísticamente significativo.

Bettinger y Long (2009) evaluaron el impacto de la nivelación en el desempeño y la persistencia en instituciones de educación superior. Para resolver esta pregunta, los autores emplearon una estrategia de variables instrumentales con la cual analizan cerca de 28.000 registros de estudiantes de primer semestre en otoño de 1998 en instituciones públicas de Ohio, con dedicación de tiempo completo y en edades promedio para estudiantes universitarios, *i.e.* 18-20. Los datos provienen de la junta de regentes de Ohio (Ohio Board of Regents - ORB). El instrumento está construido con base en la probabilidad de nivelar matemáticas en la institución más cercana a la casa del estudiante. La exogeneidad de este instrumento es justificada a partir de una comparación de las características entre los grupos de estudiantes ‘asignados’ a instituciones más o menos estrictas en sus políticas de nivelación, además considera que no hay uniformidad en la definición de políticas de nivelación entre las instituciones.

Los resultados señalan que la nivelación tiene un efecto positivo en la probabilidad de graduación (12% mayor), comparado con estudiantes de características similares que no tienen que nivelar. Si se tiene en cuenta la habilidad previa, medida a partir de los resultados en las pruebas de matemáticas del ACT, la nivelación tiene un impacto de menor magnitud en graduación después de seis años (1,4%) aunque también es estadísticamente significativo. Por último, se evaluó el efecto de la nivelación en los intereses de los estudiantes, para esto se tuvo en cuenta el programa de interés de cada estudiante reportado en la encuesta que acompaña al ACT, el cual fue clasificado de acuerdo con su relación con las matemáticas, y la elección de concentración (*major*). La nivelación en matemáticas aumentó la probabilidad

de escoger una concentración relacionada, este efecto es ligeramente menor para quienes en la encuesta del ACT habían mostrado un interés en el área.

Boatman y Long (2018) estudiaron el efecto de los cursos de nivelación de acuerdo con el nivel de preparación de los estudiantes. Las investigadoras aprovecharon las características del sistema público de educación superior de Tennessee donde estos cursos tienen diferentes niveles, cuatro para matemáticas y tres para escritura y lectura. La evaluación se realizó mediante un diseño de regresión discontinua de acuerdo con los puntajes en una prueba de clasificación (COMPASS). Las autoras hallaron que el efecto de los cursos de nivelación varía de acuerdo con la habilidad previa de los estudiantes y con el tipo de institución (de 2 o 4 años). En el caso de matemáticas, tomar el curso de nivelación anterior al curso universitario tuvo un efecto negativo en la probabilidad de estar matriculado en el segundo año y en el número de créditos completados después de tres años, pero no hubo efectos en la probabilidad de haber aprobado el curso universitario. En estos efectos de corto plazo no se encontraron efectos estadísticamente significativos en las instituciones de dos años ni en los cursos de nivelación para estudiantes con mayores necesidades de nivelación. En los efectos de largo plazo no se encontraron efectos en la graduación.

Por su parte, De Paola y Scoppa (2014) analizaron un curso intensivo, de casi tres veces la intensidad horaria de un curso regular y encontraron que la asistencia a este tuvo efectos positivos en la persistencia y en el número de créditos acumulados en el segundo año. Este es un curso voluntario, aunque fuertemente recomendado, y no es un prerrequisito de los cursos universitarios. Por su parte, Duchini (2017) no encontró efectos significativos en la persistencia o en el desempeño académico en su evaluación de un curso corto de carácter voluntario, cuya intensidad equivale a un tercio de un curso regular, pese a que estaba asociado con serias consecuencias: los estudiantes contaban con cinco posibles intentos durante el primer año para aprobar el examen remedial y quienes no lo hicieran no podían presentar los exámenes del segundo año. Estas características difieren de las de la presente investigación en la que no hay serias consecuencias y es posible continuar con el plan de estudios a pesar de perder el curso de nivelación.

En Latinoamérica los estudios son más recientes y se destaca el de Fresard Lillo (2019), quien analizó mediante un diseño de discontinuidad en la regresión si la participación en un curso de matemáticas en un instituto profesional en Chile podía tener mejoras en el desempeño de los estudiantes. Para esto, utilizó datos de estudiantes de los 16 campus de la institución que ingresaron por primera vez entre 2010 y 2016. Este grupo de estudiantes ingresó a programas curriculares rígidos, en los que todos ven los mismos cursos. De esta forma, toda la cohorte inscribe las mismas asignaturas, pero quienes fueron asignados a la nivelación deben inscribir esa asignatura adicional. En el siguiente semestre, quienes hayan aprobado el curso de nivelación y quienes hayan sido eximidos de este pueden inscribir el curso universitario. En estas circunstancias, el grupo de estudiantes que debe nivelar tiene una carga académica mayor en el primer semestre, producto de un curso de matemáticas que no tienen sus compañeros, lo cual se relaciona con un mejor desempeño en la nota del primer curso universitario, aunque no con la probabilidad de pasarlo, y con una disminución de la probabilidad de abandono en el primer semestre, aunque no en el primer año; no obstante, este grupo de estudiantes aprueba menos créditos que quienes no deben nivelar.

Por su parte, Gómez Colmenares (2019) estimó el efecto en la graduación y la deserción de un programa de fortalecimiento académico en una universidad privada de Bogotá, Colombia. Este programa es un requisito para los estudiantes que fueron desvinculados por bajo desempeño académico y que están interesados en continuar sus estudios, por este motivo, a diferencias de los trabajos que se han presentado, la intervención puede ocurrir entre el segundo y el octavo semestre; además, el programa tiene un enfoque más general y no se limita a una asignatura. El análisis no reportó efectos en la graduación o en la deserción y se realizó, a partir de los datos de seis cohortes entre 2009-II y 2012-I, mediante un diseño de discontinuidad en la regresión de tipo difuso usando como variable de focalización el promedio académico semestral.

Acorde con la revisión presentada, es claro que el presente trabajo constituye una contribución a la literatura sobre los efectos de los cursos de nivelación de matemáticas en el desempeño académico en instituciones de educación superior. Particularmente, aporta a las investigaciones enfocadas en la nivelación para estudiantes de pregrado en una universidad

de alto desempeño de un país de ingresos medios mediante un diseño de discontinuidad en la regresión, el cual permite estimar un efecto causal. Además, explora una característica novedosa al ser un curso que solo puede tomarse una vez, pues no es posible repetirlo. Adicionalmente, este trabajo representa un aporte a la discusión en el contexto colombiano y latinoamericano.

CONTEXTO UNIVERSITARIO

Los cursos de nivelación no son una innovación. Merisotis y Phipps (2000) mencionan en su trabajo como en el siglo XVIII las universidades estatales contaban con programas de preparación en lectura, escritura y habilidades aritméticas. De igual forma, la Universidad Nacional también ha tenido en consideración este tema, al menos desde la primera mitad del siglo XX. Este capítulo presenta esos primeros acercamientos, y el origen y las características del curso como lo conocemos hoy

La nivelación en el siglo XX

Mediante el acuerdo 9 de 1936, el Consejo Académico estableció la creación de un año preparatorio en la Universidad a partir de 1937. Este primer año estaba compuesto por asignaturas de Matemáticas, Química, Física, Biología, Historia, Letras, Idiomas y Bellas Artes, aunque los contenidos podían variar dependiendo del plan de estudios. Este acuerdo tuvo una corta duración y fue derogado dos años más tarde por Agustín Nieto Caballero, una vez asumiera la rectoría en octubre de 1938. En 1939, las facultades de Derecho y de Medicina manifestaron la insuficiente preparación de los estudiantes después de la supresión del año preparatorio. Esta fue una de las razones que motivó la implementación de pruebas de admisión en la Universidad (Jaraba Barrios, 2014).

En agosto de 1944, se presentó ante el Consejo Directivo un informe acerca de la regularización del ingreso. En este se proponen dos alternativas motivadas por la deficiente preparación de los bachilleres: (1) Establecer como requisito para el ingreso un examen de admisión y (2) Aceptar el examen de bachillerato como requisito y adaptar la enseñanza al nivel de los admitidos. En una tercera opción se propone la creación de escuelas preparatorias para el ingreso (Jaraba Barrios, 2014).

Tiempo después, el Consejo Directivo de la Universidad creó la sección de Matemáticas Elementales mediante el acuerdo 20 de 1950. Su objetivo era "unificar la enseñanza de los conocimientos básicos para el estudio" de la ingeniería. La sección de matemáticas elementales, de carácter universitario, correspondía al primer año de estudios de toda carrera

que incluyera en el título la palabra ingeniero y estaba compuesta por las siguientes materias: Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría, Física, Química, Dibujo, Cultura General e Inglés. Estas dos últimas tenían un coeficiente de 6 y las demás de 10. Quienes no cumplieran con estos requisitos eran excluidos del programa y no podían iniciar el estudio del componente profesional en su formación en ingeniería. A pesar de esto, estas calificaciones no eran consideradas en el cálculo de puntajes de la carrera profesional, aunque hacían parte de los certificados que se expedían.

Un año después, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1951), con el objeto de proporcionar una mejor preparación y asegurar una selección más cuidadosa de los aspirantes, estableció los cursos preparatorios en todas las facultades de las universidades del país, oficiales y no oficiales, a través del decreto 2289 de 1951. Estos cursos preparatorios eran requisito indispensable para continuar con los estudios profesionales. Se establecieron tres planes de estudios, de acuerdo con la facultad. Uno para las facultades de Derecho, Economía y Ciencias Sociales, Filosofía y Letras; otro para las de Medicina, Odontología, Medicina Veterinaria, Farmacia, y para el Instituto de Laboratorio Clínico; y uno más para las de Ingeniería, Arquitectura, Agronomía, Química y demás Facultades similares.

La Universidad Nacional de Colombia reglamentó el año preparatorio según el decreto 2289 del MEN con el acuerdo 40 de 1951. En la Universidad el año preparatorio se dividió en tres secciones, Ciencias Sociales, Ciencias Biológicas y Matemáticas Elementales), según los planes de estudios que definió el ministerio. Las asignaturas de la sección de Matemáticas elementales son: Álgebra, Geometría Plana y del Espacio, Aritmética y Analítica, Trigonometría Plana, Química, Física, Dibujo, Inglés, Castellano, Instrucción Cívica, Higiene, Teoría de las Artes, Educación Física. La intensidad de las asignaturas era determinada por el Ministerio mientras que las evaluaciones estaban reguladas por la Universidad.

Sin embargo, esta medida tuvo una corta duración y el decreto fue derogado en menos de dos años por uno nuevo, el 2306 de 1953, esta vez del presidente. A partir de este momento

se dan lineamientos sobre las pruebas de admisión, pero ya no se incluyen cursos preparatorios.

Un nuevo acercamiento

Los cursos de nivelación en matemáticas surgen nuevamente en la Universidad como una propuesta de las facultades. Entre 2003 y 2008, la facultad de Ciencias desarrolló cursos intensivos durante las dos semanas de inducción. Por su parte, la Facultad de Ciencias Económicas ofreció el curso 'Matemáticas cero' entre 2006 y 2008 en dos fases, primero los profesores eran estudiantes de la Maestría en Economía y tenía una duración de dos semanas, luego se vinculó a profesores pensionados del Departamento de Matemáticas y la duración pasó a cuatro semanas. En ambos casos, la calificación final de los cursos representaba un porcentaje en la primera asignatura de matemáticas. A partir de estas experiencias y un análisis de la situación, el Departamento de Matemáticas propuso la creación de un examen de clasificación en matemáticas para determinar las necesidades de nivelación de los admitidos y un curso para estos estudiantes (Moreno Penagos & Ospina Pulido, 2013).

Esta propuesta fue acogida por la Universidad e integrada en la normatividad. En la reforma curricular, el Consejo Superior Universitario (2007) contempla tener niveles diferenciados de ingreso a los programas de pregrado. El artículo 13 propone, si fuera necesario, cursos de nivelación con créditos adicionales a los del programa de acuerdo con una clasificación realizada a partir del examen de admisión. Por su parte, en el acuerdo 008 de 2008 del Consejo Superior Universitario, en el cual se adopta el Estatuto Estudiantil de la Universidad Nacional de Colombia en sus disposiciones Académicas, se establece en el artículo 5 que los admitidos podrán ser clasificados "con el objetivo de identificar si requieren de fundamentación o apoyo adicional para iniciar su carrera o si pueden ser ubicados en un lugar más avanzado del plan de estudios de su programa curricular".

De esta manera, los cursos de nivelación se presentan como un apoyo a los estudiantes para que logren una óptima vinculación a su proceso de formación superior. Se reglamentan inicialmente con la Resolución 850 de 2008 de la Rectoría donde se dan lineamientos sobre la forma de calificación, posibilidad de cancelar o repetir la asignatura, las características del

examen de clasificación y del examen final. Posterior a esta fecha se han realizado algunos cambios registrados en las resoluciones de Rectoría 469 de 2009 y 037 de 2010. La Tabla 1 presenta los cambios más importantes.

Tabla 1
Resoluciones de Rectoría que regulan la nivelación en Matemáticas.

Resolución	850 de 2008	469 de 2009	037 de 2010
Calificación	Cualitativa: Aprobado/no aprobado	Cualitativa: Aprobado/no aprobado	Numérica [0.0, 5.0], forma parte del P.A.P.A.
Cancelación	No es posible. Su desarrollo es completo y de carácter obligatorio	Posible, nueva inscripción es automática	No es posible
Responsable del Examen Clasificatorio	Dirección Nacional de Admisiones	Dirección Nacional de Admisiones y Departamentos afines	Dirección Nacional de Admisiones
Aplicación del examen	Dirección Nacional de Admisiones	Dirección Nacional de Admisiones	Dirección Nacional de Admisiones
Repetición	Posible. Los créditos adicionales se descuentan del cupo de créditos del estudiante.	Posible, los créditos necesarios se descuentan del cupo de créditos del estudiante	No es posible. La universidad aporta el cupo de créditos de nivelación por una única vez
Examen Final	50% de la definitiva	50% de la definitiva	30% de la definitiva
Libre Elección	Es posible.	Es posible	No es posible
Público objetivo	Los Consejos de Facultad informan a la Dirección Nacional de Admisiones	Planes de estudio que tengan el prerrequisito de Matemática Básica	Todo admitido a pregrado en la Universidad Nacional deberá haber sido clasificado en su competencia en Matemáticas Básicas

El trabajo de las profesoras Moreno Penagos y Ospina Pulido (2013) explica las motivaciones de los cambios de la resolución 469 de 2009 de la Rectoría. Se destaca el cambio en la modalidad de calificación que pasa de cualitativa a cuantitativa, pues una alta cantidad de estudiantes abandonaba el curso, como se evidenció por el gran número de ausencias no justificadas en el examen final. Los cambios en la posibilidad de repetir el curso y de inscribirlo como libre elección estuvieron motivados por el crecimiento del número de alumnos y la imposibilidad de cubrir esta demanda con los docentes del departamento. La alta tasa de pérdida también motivó la revisión del porcentaje de la calificación en la nota definitiva del examen final.

El examen de clasificación también presentó algunos cambios durante este periodo. En sus primeras versiones era un examen específico diseñado por la Dirección Nacional de Admisiones. De acuerdo con la resolución 469 de 2009, los exámenes podían ubicar a los estudiantes en un lugar más avanzado en el plan de estudios por lo que la prueba debía permitir clasificar a un estudiante de acuerdo con su nivel en cálculo diferencial. El número de casos llegó apenas a la decena por lo que este componente se eliminó. A partir del primer semestre de 2010 la clasificación de los estudiantes se hace con base en la media en el componente de Matemáticas de la prueba de admisión. Con esta medida disminuyó el número de estudiantes con necesidades de nivelación, pero se incrementó el porcentaje de pérdida en cálculo diferencial. A partir de 2011 en la sede Bogotá se hace una diferenciación de acuerdo con el curso. Los programas de Ciencias Humanas y Ciencias de la Salud mantienen la media en el componente de Matemáticas como criterio mientras que para los programas que se trata de un curso de precálculo, deben aprobar dos terceras partes del componente de Matemáticas (Moreno Penagos & Ospina Pulido, 2013).

El curso de nivelación

El curso de matemáticas básicas es una asignatura de cuatro créditos. Tiene una duración de 16 semanas con una intensidad horaria de cuatro horas presenciales a la semana, por lo que se espera que el estudiante dedique ocho horas por fuera del trabajo en el aula.

El programa fue elaborado por el Departamento de Matemáticas y abarca temas que son parte del currículo en matemáticas de la educación básica secundaria y media y que son necesarios para la asignatura de cálculo diferencial.

Después de una revisión de los temas y de las grandes diferencias en los porcentajes de aprobación entre los diferentes programas académicos se crearon dos programas para el curso de matemáticas básicas. El primero, para las facultades de Ciencias, Ciencias Agrarias, Ciencias Económicas, Ingeniería y el programa de Zootecnia, es el curso de precálculo y tiene pocos cambios respecto al programa desarrollado en el curso original: conjuntos y sistemas numéricos, álgebra elemental, ecuaciones y desigualdades, plano cartesiano, relaciones y cónicas, funciones reales, geometría elemental, y trigonometría. El segundo programa, matemáticas básicas para ciencias de la salud y ciencias humanas se ofrece a las facultades de Enfermería, Medicina, Odontología y los programas de Medicina Veterinaria, Geografía y Psicología.

METODOLOGÍA

Idealmente, la pregunta de investigación se respondería mediante un diseño experimental. En este, se haría una asignación aleatoria de los admitidos a la Universidad a uno de dos grupos. En uno de ellos, el de tratamiento, se inscribiría a sus estudiantes en la nivelación de matemáticas básicas, mientras que en el otro, el de control, sus estudiantes no tendrían que nivelar y podrían iniciar sus estudios directamente con las asignaturas propias del plan. Luego, se haría una comparación del desempeño en los dos grupos. Desafortunadamente, no es posible llevar a cabo un diseño experimental con estas características; sin embargo, la normatividad en la Universidad creó las condiciones para un experimento natural, en donde una situación externa (*e.g.* cambios en políticas, normas, desastres de la naturaleza) separó a los participantes en potenciales grupos de tratamiento y control (Murnane & Willett, 2010). A partir de esta asignación se desarrolla un estudio cuasiexperimental con diseño de discontinuidad en la regresión de acuerdo con la clasificación de León y Montero (2002).

Participantes

Para evaluar el efecto de los cursos de nivelación de matemáticas en el desempeño académico de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, se realizó un análisis de registros administrativos de los admitidos por primera vez a un programa académico con exigencia de nivelación en matemáticas en la sede Bogotá por medio de la presentación del examen de admisión entre 2011 y 2013, es decir que no se tuvieron en cuenta los estudiantes que ingresaron por traslados, doble titulación o que hubieran homologado asignaturas en los dos primeros periodos académicos ni quienes fueron admitidos como parte del Programas Especial de Admisión y Movilidad Académica (PEAMA) o del Programa de Admisión Especial (PAES).

Las estadísticas descriptivas de la población estudiada se presentan en la Tabla 2 desagregadas según la necesidad de nivelación. Se presenta la media y la desviación estándar, para las variables numéricas, o la cantidad de casos y el porcentaje, para las categóricas.

Vemos que en la muestra seleccionada el 61% de los estudiantes debe nivelar y que, en general, hay diferencias entre estos y quienes no deben hacerlo. Estas diferencias entre los grupos de nivelación y no nivelación nos indican que los grupos son sistemáticamente diferentes, por lo que no es prudente hacer una comparación entre ellos, al menos no entre los grupos completos.

El grupo de estudiantes que nivela tiene, en promedio, puntajes más bajos en todos los componentes de la prueba de admisión, aunque, en ambos casos, el promedio es más de una desviación estándar mayor que la media nacional. A pesar de estas diferencias en los puntajes, la proporción de estudiantes que deben nivelar lectoescritura y la de admitidos a su primera opción son similares entre los dos grupos.

Los admitidos a los programas seleccionados estudiaron, en su mayoría, en instituciones no oficiales, aunque el grupo de nivelación lo hizo en una menor proporción. En cuanto a las características demográficas, la edad al ingreso en ambos grupos es similar, con una media cercana a los 19 años al momento de iniciar el periodo académico. La mayoría de los admitidos son hombres y esta proporción es mayor en el grupo que no fue asignado a la nivelación de matemáticas. Los admitidos provienen, en su mayoría, de Bogotá y Cundinamarca y en estas zonas hay una proporción mayor de estudiantes en el grupo de nivelación. Finalmente, los admitidos en el grupo de nivelación tienen una situación económica menos favorable, pues hay una mayor proporción en los estratos más bajos (0, 1 y 2) y menor en los más altos (4, 5 y 6).

Tabla 2.
Estadísticas descriptivas de la muestra analítica

	No nivela MB (N = 4.623)		Nivela MB (N = 7.356)		p-valor
	media (desv.)	cant. (%)	media (desv.)	cant. (%)	
Información académica previa					
Prueba de admisión					
<i>Puntaje total</i>	750,67 (78,82)		677,56 (51,42)		<0,001
<i>Matemáticas</i>	12,58 (0,87)		11,03 (0,63)		<0,001
<i>Ciencias</i>	11,76 (1,06)		11,27 (0,82)		<0,001
<i>Ciencias sociales</i>	11,40 (0,94)		11,25 (0,82)		<0,001
<i>Análisis de textos</i>	11,29 (0,92)		11,17 (0,87)		<0,001
<i>Análisis de imagen</i>	11,46 (1,01)		11,33 (0,99)		<0,001
<i>Nivela lectoescritura</i>		376 (8,1)		655 (8,9)	0,152
Colegio oficial		1.590 (34,4)		3.151 (42,8)	<0,001
Características de la admisión					
Admisión a la primera opción		3.434 (74,3)		5.529 (75,2)	0,288
Demográfico					
Sin discapacidad		4.620 (99,9)		7.344 (99,8)	0,224
Pertenece a una etnia		0 (0,0)		1 (0,0)	1,000
Es mujer		1.243 (26,9)		2.352 (32,0)	<0,001
Edad	19,08 (3,41)		19,10 (3,04)		0,739
Procedencia					
Bogotá		3.220 (69,7)		5.442 (74,0)	<0,001
Cundinamarca		3.589 (77,6)		6.273 (85,3)	<0,001
Socioeconómico					
Estrato					<0,001
0		11 (0,2)		7 (0,1)	
1		231 (5,0)		462 (6,3)	
2		1.403 (30,3)		2.790 (37,9)	
3		1.960 (42,4)		3.208 (43,6)	
4		772 (16,7)		734 (10,0)	
5		185 (4,0)		122 (1,7)	
6		61 (1,3)		33 (0,4)	

Nota. La muestra se limita a los admitidos entre 2011 y 2013 a la sede Bogotá por admisión regular a un programa que requiera nivelación en matemáticas y que no homologaran créditos en los primeros tres periodos académicos. La prueba de diferencia de medias es la prueba t para las variables continuas y la prueba chi-cuadrado para las categóricas.

Datos

El conjunto de datos se construyó a partir de reportes de información académica existentes en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Del Sistema de Información Académica (SIA) se obtuvo el registro de matrícula, de calificaciones y de bloqueos en la historia académica; de la Dirección Nacional de Admisiones (DNA) se obtuvo la información de la prueba de admisión y los puntajes en la prueba de salida de matemáticas básicas. Estos registros se describen a continuación:

- Registro de matrícula: Es un reporte de los estudiantes matriculados en cada periodo académico con información sobre el programa académico, la facultad y si canceló la matrícula en dicho periodo.
- Registro de calificaciones: Es un reporte de la calificación numérica (0-5) y/o alfabética (Aprueba o No Aprueba) de cada estudiante en cada una de las asignaturas cursadas en un periodo académico. Incluye, además, información de la asignatura como su tipología (fundamentación, disciplinar o libre elección), el número de créditos, el grupo y el tipo de inscripción (inscripción, homologación, suficiencia).
- Resultados de la prueba de admisión: Son los resultados de la prueba que presentan los aspirantes a la Universidad. Esta prueba está compuesta por 120 preguntas de opción múltiple con única respuesta con las que se evalúan cinco componentes: Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Análisis Textual y Análisis de Imagen. La calificación se hace por medio del modelo de Rasch de un parámetro, en el cual se evalúa la habilidad del aspirante en cada una de los componentes, luego el puntaje se estandariza con media en 10 y desviación estándar de 1. El puntaje total se estandariza con media en 500 y desviación de 100 (Dirección Nacional de Admisiones, 2020). De acuerdo con el resultado en el componente de matemáticas y con el programa curricular, los estudiantes son clasificados según su necesidad de nivelación.

- Resultados de la prueba de salida de Matemáticas: Son los resultados de la evaluación final del curso de matemáticas básicas en la sede Bogotá. Es una prueba de opción múltiple con única respuesta diseñada por el Departamento de Matemáticas y aplicada por la Dirección Nacional de Admisiones al cierre del periodo académico. La calificación es calculada a partir del número de respuestas correctas sobre el número total de preguntas.

Variables

El presente trabajo considera dos tipos de variables. Por una parte, están las variables en la línea de base, las cuales son conocidas al momento de la asignación a la nivelación de matemáticas básicas y son usadas para verificar los supuestos del método. El otro tipo, son las variables de interés, las cuales corresponden a variables académicas en distintos momentos de la trayectoria universitaria para las cuales se tiene el interés de estimar su efecto. En el corto plazo se ha considerado la inscripción en el programa académico y el desempeño en la primera asignatura de nivel universitario; en el mediano plazo, el avance y la permanencia en el programa curricular a los 3 y 6 años; además, se consideró la graduación a los 6 años después de haber ingresado al programa.

Variables en la línea de base

Este grupo de variables corresponde a las características de los admitidos antes de la asignación al curso de nivelación y se emplearon las siguientes: los puntajes en la prueba de admisión, los cuales no fueron modificados; la edad al ingreso, calculada al inicio de febrero o de agosto, para los admitidos en el primer y en el segundo semestre, respectivamente. Además, se crearon variables binarias con información sobre la zona de procedencia, particularmente si proviene de Bogotá o de Cundinamarca, y que toman valores de 1 cuando el estudiante reside en la ciudad o el departamento, según el caso; de igual manera, se transformaron las variables de género, etnia y naturaleza del colegio como variables binarias, con valores de 1 si el género es femenino, si el admitido pertenece a una etnia o si estudió en una institución oficial, correspondientemente, y 0 en otro caso.

Variables de interés

La inscripción al programa académico es una variable que no ha sido estudiada ampliamente en la literatura de evaluación del efecto de los cursos de nivelación (Scott-Clayton & Rodríguez, 2015); sin embargo, hay referencias a las consecuencias negativas de ser clasificado con necesidades de nivelación, como frustración o baja autoestima (Deil-Amen y Rosenbaum, 2002). Por tanto, es de interés analizar si este efecto se puede presentar en una etapa previa a la matrícula, dado que la asignación al curso de nivelación se comunica con los resultados del examen de admisión.

El desempeño en la primera asignatura de nivel universitario se examina de acuerdo con el objetivo de nivelación de estos cursos, que los estudiantes puedan afrontar las asignaturas de los planes de estudio. Este análisis considera la inscripción y el desempeño en esta asignatura. Las asignaturas de nivel universitario fueron identificadas como aquellas que tuvieran como prerrequisito matemáticas básicas, esto se hizo a partir de la información disponible en los planes de estudio y de la oferta de cursos en el Sistema de Información Académica. Se hizo un análisis por asignatura; por grupos de asignaturas, por ejemplo, agrupando las asignaturas de cálculo diferencial para la Facultad de Ciencias y las de nivel nacional o las dos asignaturas introductorias de estadística para las facultades de Ciencias Humanas y las de Ciencias de la Salud; o agrupándolas todas como asignaturas universitarias.

A pesar de que el objetivo principal de la nivelación es el desempeño en los cursos universitarios, puede pasar que la nivelación afecte la permanencia o el avance en el plan de estudios pues se incluye una nueva asignatura que actúa como barrera para las asignaturas propias del plan. En este caso es una barrera débil pues no es necesario que el estudiante la apruebe para continuar con el plan de estudios, por lo que el retraso por cursar la asignatura solo debería extender la permanencia en un periodo académico; sin embargo, no aprobarla puede ser una señal que altere el comportamiento del estudiante. Teniendo esto en cuenta, se examina el efecto en el avance de créditos y en la permanencia en el primer y en el tercer año. Por último, se analiza el efecto en la graduación, si el estudiante completa el plan de estudios a los 6 años después de haber ingresado al programa.

Las variables estudiadas fueron operacionalizadas de la siguiente forma: La inscripción en el programa académico, una vez el estudiante ha sido admitido, se representa con una variable binaria que toma el valor de 1 cuando el estudiante se matricula y de 0 si no lo hace. El desempeño en la primera asignatura universitaria en su primera inscripción, es decir, sin repetirla, se representó de dos formas, con la calificación numérica y como una variable binaria igual a 1 si el estudiante aprueba la asignatura y 0 en el caso contrario. El avance de créditos es el número acumulado de créditos y fue medido después de 1 año (2 periodos académicos) y 3 años (6 periodos académicos). El avance se calculó en valores absolutos (número de créditos) y como porcentaje del total de créditos del programa curricular. La permanencia corresponde a una variable binaria que es 1 si el estudiante se encuentra matriculado en el mismo programa después de 1 y 3 años desde la admisión. Finalmente, la graduación fue operacionalizada con una variable binaria igual a 1 si el estudiante completó el plan de estudios en el sexto año (12º periodo académico).

Procedimiento

En una primera fase se realizó una tarea de preparación y consolidación de los reportes descritos en la sección anterior. Luego, se realizó la estimación del efecto mediante un diseño de discontinuidad en la regresión.

Preparación de los datos

La preparación inició con una estandarización del punto de corte con el que se define si un estudiante debe tomar el curso de nivelación en matemáticas, de tal forma que las diferentes convocatorias sean comparables. Para esto, en cada periodo académico se identificó este puntaje según la modalidad, *i.e.* precálculo o matemáticas básicas para Ciencias Humanas y Ciencias de la Salud. Al restar este valor del puntaje en el componente de matemáticas se calculó la diferencia entre el puntaje obtenido y el puntaje de corte, así, los puntajes mayores o iguales que cero corresponden a estudiantes que superaron el requisito y, por consiguiente, no tienen la necesidad de nivelar.

Posteriormente se realizó un resumen de la trayectoria académica del estudiante. Primero, por periodo académico se identificaron las asignaturas inscritas y las aprobadas y se hizo el cálculo del número de créditos inscritos y de créditos aprobados. A partir de estos datos, se consolidó un resumen por cada admitido con las variables de la línea de base y con las variables de interés en los diferentes periodos estudiados.

Análisis de datos: Diseño de discontinuidad en la regresión

Dado que el grupo de estudiantes que debe nivelar es diferente al que no debe hacerlo, no es recomendable comparar estos dos grupos para estimar el efecto, pues tendría un sesgo. Sin embargo, la normatividad de la universidad para asignar a los estudiantes al curso de nivelación permite usar un diseño de discontinuidad en la regresión. En este se requiere (1) que los participantes hayan sido ordenados con base en una variable de focalización y (2) que exista un valor determinado de forma exógena de esta variable que separe a los participantes en grupos que experimenten diferentes condiciones. (Murnane & Willett, 2011; Shadish et al., 2002).

Este método fue planteado por los psicólogos Donald Thistlewaite y Donald Campbell en 1960 para evaluar el efecto en los resultados académicos de un reconocimiento basado en el mérito otorgado con base en el desempeño en una prueba estandarizada. Después de esto hubo dos etapas de formalización importantes, una en los setenta y otra en la primera década del siglo XXI (Cook, 2008; Villamizar-Villegas et al., 2020). En las últimas dos décadas el interés ha aumentado y se encuentran aplicaciones en áreas como las ciencias sociales, médicas y del comportamiento (Cattaneo & Escanciano, 2017); sin embargo, su uso es más frecuente en el área de la educación, en la que se destacan estudios de evaluación de cursos remediales, de la calidad de la escuela, de la financiación y de otros programas educativos, los cuales aprovechan variaciones en la asignación a partir de pruebas de desempeño, de la edad o del tamaño de la matrícula, entre otros (Lee & Lemieux, 2010; McCall & Bielby, 2012; Villamizar-Villegas et al., 2020).

La intuición del método es que los participantes en la vecindad del punto de corte son muy similares y que la diferencia entre estos es solo la participación en el programa. En la

universidad, los estudiantes admitidos son clasificados en los dos grupos de interés, nivelación o no nivelación, de acuerdo con el desempeño en el componente de matemáticas de la prueba de admisión. Aquellos estudiantes que responden correctamente un número determinado de preguntas pueden inscribir directamente el curso inicial, *e.g.* cálculo diferencial, mientras que aquellos que no alcancen este punto de corte les será inscrita la asignatura matemáticas básicas en su primera matrícula. De esta forma, el puntaje en el componente de matemáticas es la variable de focalización con la cual se determina la asignación o no de la intervención. Una limitación de este método es que el efecto que evalúa es local, por lo tanto, no puede responder a la pregunta de si el programa debería existir o no. Una pregunta más apropiada que pudiera ser respondida con base en esta información es un corte o una expansión del programa alrededor del punto de corte (Gertler et al., 2016).

A partir de esta presentación general se destacan dos marcos para el análisis. El primero está basado en la continuidad de la variable de focalización y el segundo puede entenderse como una aleatorización local (Cattaneo, Titiunik, & Vazquez-Bare, 2020).

En el marco basado en continuidad, la estimación del efecto en el punto de corte está representada por la Ecuación 1.

$$\tau = E[Y_1 - Y_0|X = c] = \lim_{x \downarrow c} E[Y|X = x] - \lim_{x \uparrow c} E[Y|X = x] \quad (1)$$

Esta estimación corresponde a la diferencia entre el valor esperado en el punto de corte del grupo tratado ($E[Y_1|X = c]$) y el del grupo control ($E[Y_0|X = c]$); sin embargo, solo uno de estos dos es observado en el punto de corte. La segunda parte de la ecuación depende de la continuidad de las funciones de resultado alrededor del punto de corte e indica que el valor esperado en el punto de corte puede calcularse mediante una aproximación cada vez más cercana al punto de corte (Abadie & Cattaneo, 2018; Cattaneo, Titiunik, & Vazquez-Bare, 2020).

En el segundo marco, la idea principal es que la asignación crea unas condiciones similares a las de un experimento en una vecindad alrededor del punto de corte. Cattaneo, Frandsen y Titiunik (2015) proponen una metodología especialmente útil cuando hay pocos

datos alrededor de este punto, que puede usarse para complementar los enfoques tradicionales. Esta metodología asume, de manera análoga al supuesto de continuidad, que en la ventana de estudio los puntajes son asignados casi como una aleatorización, *i.e.* la distribución de los puntajes es la misma para todas las unidades dentro de la ventana, y los resultados potenciales dependen del puntaje únicamente por la asignación al tratamiento.

Una ventaja de este diseño es que existen pruebas empíricas para validar los supuestos. En la literatura se recomienda verificar tres, principalmente: primero, la existencia de una variable de focalización con un punto de corte definido de manera exógena que divida a los participantes de los no participantes, es decir que la probabilidad de asignación al programa tiene un salto justo en el punto de corte; segundo, los participantes no pueden manipular el puntaje de la variable de focalización para evitar o para acceder el programa; por último, se espera que los dos grupos alrededor del punto de corte sean similares, por lo que las variables de línea de base deben ser continuas en dicho punto (Cattaneo et al., 2019).

La preparación y el análisis de los datos fueron realizados mediante el lenguaje de programación R, versión 3.6.3. En particular, se utilizó el paquete `rdrubust` para la estimación de los efectos (Calonico et al., 2020); las pruebas de densidad con `rddensity` (Cattaneo, Jansson, & Ma, 2020), `rdd` (Dimmery, 2016) y `rddisttest` (Frandsen, 2021) y la preparación y visualización de datos con los paquetes del `tidyverse` (Wickham et al., 2019).

RESULTADOS

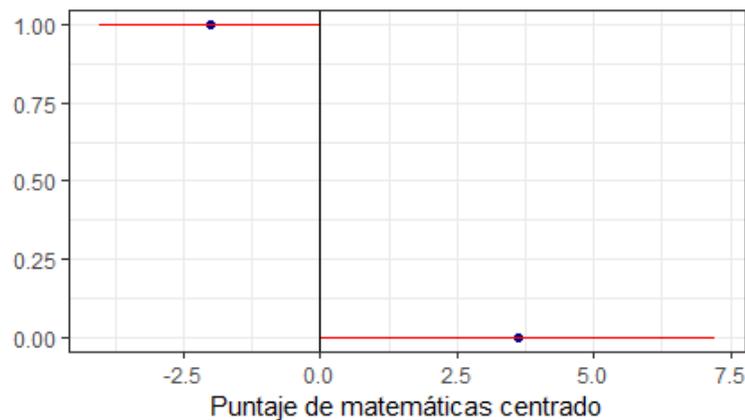
En este capítulo se presenta la verificación de los supuestos del diseño de discontinuidad en la regresión y los resultados de la estimación del efecto de la nivelación en matemáticas.

Verificación de supuestos

El primer supuesto es que la asignación al curso de nivelación depende exclusivamente del puntaje en el componente de matemáticas de la prueba de admisión. Esto se puede ver en la Figura 1 que muestra como la probabilidad de ser asignado al curso de nivelación pasa del 100%, para quienes obtuvieron un puntaje por debajo del punto de corte, al 0%, para quienes obtuvieron un puntaje superior. El eje X muestra la distancia entre el puntaje obtenido por el aspirante y el punto de corte.

Figura 1

Probabilidad de asignación a la nivelación en matemáticas básicas de acuerdo con el puntaje el componente de matemáticas



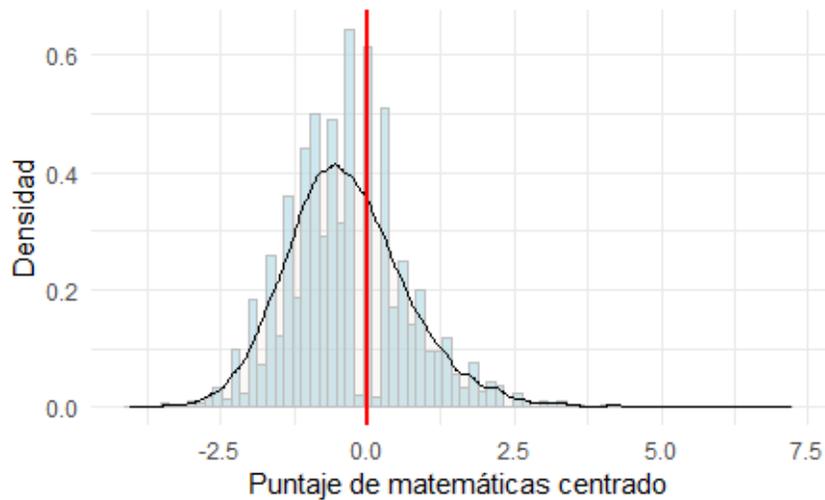
Es plausible pensar que la asignación a la nivelación es exógena y que los aspirantes, u otros actores, no contribuyen en la clasificación. De acuerdo con la normatividad, los admitidos a la Universidad son clasificados de acuerdo con el número de respuestas correctas en el componente de matemáticas (dos terceras partes en el caso de precálculo y la mitad en el de Ciencias humanas y de la salud). La calificación de la prueba se hace por medio de un

lector óptico y no existen mecanismos para que los aspirantes puedan modificar sus puntajes para quedar justo antes o justo después del puntaje de corte; por ejemplo, no es posible volver a presentar la prueba en la misma convocatoria.

En todo caso, para probar la posibilidad de manipulación alrededor del punto de corte se presenta una exploración gráfica que se complementa con una prueba estadística. La Figura 2 muestra una gráfica de densidad superpuesta en un histograma.

Figura 2

Distribución del puntaje en el componente de matemáticas centrado en el punto de corte



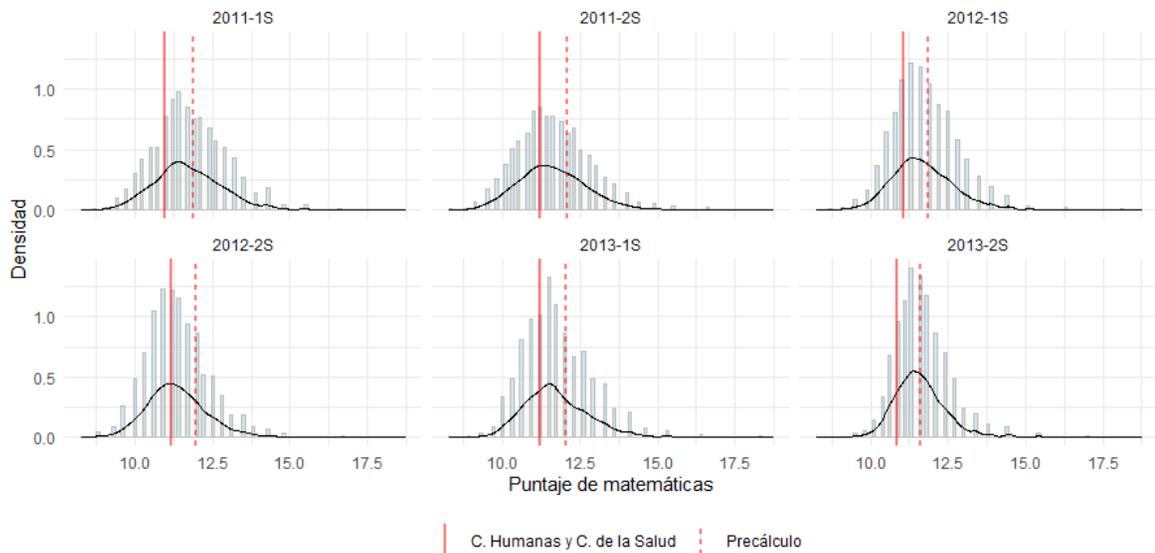
Nota. La línea vertical representa el punto de corte.

Se puede ver que, si bien la densidad no presenta un salto, en el histograma hay unos puntajes centrados que tienen menos registros que otros y estos espacios podrían ser tomados por discontinuidades; sin embargo, esto es producto de dos situaciones. La primera es que, como se puede ver en la Figura 3, los puntajes en el componente de matemáticas tienen una concentración en algunos puntajes específicos. Dependiendo del periodo de la prueba, hay entre 19 y 27 valores únicos, pero estos no necesariamente coinciden en diferentes periodos. Cuando estos valores se centran con relación al punto de corte se crea esta discontinuidad artificial. Estas características podrían resultar en lo que Crespo (2020) llama un

ordenamiento administrativo, en el que la posición de individuos cerca al punto de corte se ve afectada por procedimientos administrativos, aun cuando estas acciones no tienen la intención de cambiar la asignación.

Figura 3

Distribución del puntaje en el componente de matemáticas centrado en el punto de corte por periodo académico.



Nota. La línea vertical punteada representa el punto de corte en precálculo y la continua en matemáticas para Ciencias humanas y Ciencias de la salud

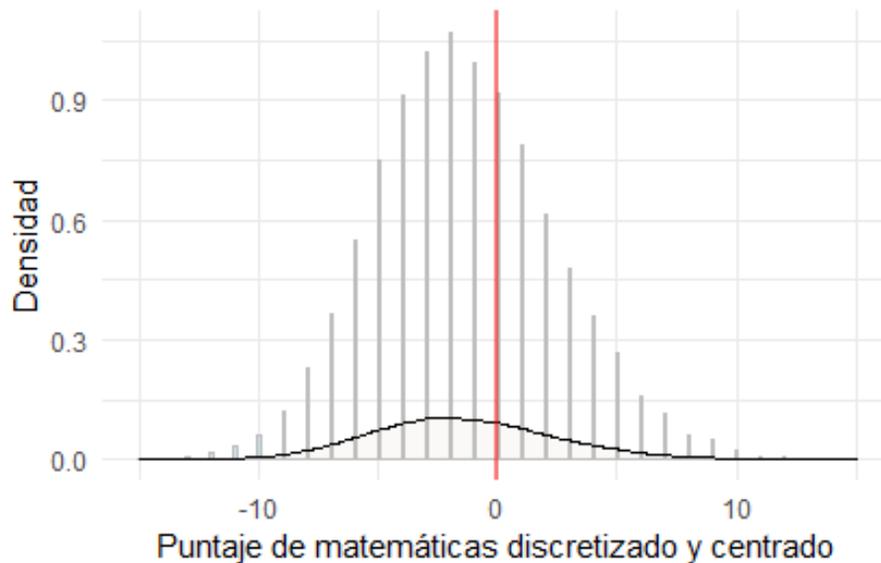
Teniendo en cuenta el carácter discreto de la variable de focalización se empleó una representación que mantuviera esta característica al centrar el puntaje, por lo que se optó por discretizarlo. La Figura 4 presenta con mayor claridad la distribución de los puntajes.

Como complemento al análisis visual se realizó una prueba estadística. En la literatura es usual encontrar las pruebas de McCrary (2008) o de Cattaneo et al. (2018) en los análisis de manipulación; sin embargo, estas dependen de que la variable de focalización sea continua alrededor del punto de corte; cuando esto no ocurre pueden rechazar equivocadamente la hipótesis nula de no manipulación (Frandsen, 2017). Por otra parte, al usar la prueba de

Frandsen (2017) para variables de focalización discretas no se puede rechazar la hipótesis nula de no manipulación.

Figura 4

Distribución del puntaje en el componente de matemáticas discretizado y centrado en el punto de corte.



Nota. El puntaje en el componente de matemáticas se discretizó a partir de los valores únicos.

La aceptación de la asignación en el curso, condicionada a la matrícula, es del 99,8%. Solo 18 admitidos de 9.842 no cumplieron con la clasificación, 12 que debían nivelar y no lo hicieron y 6 que lo hicieron a pesar de no requerirlo. Su ocurrencia se puede explicar porque el control del prerrequisito se hacía entre la División de registro y la Dirección Académicas mediante el número de cupos. Primero, al crear el número de cupos exacto de acuerdo con el reporte que envía admisiones y después mediante la inscripción directa de la asignatura a los admitidos. Por lo tanto, esta situación se podía presentar cuando un admitido cancelaba semestre y se liberaba el cupo que podía ser tomado por otro estudiante. El otro caso podía presentarse cuando un admitido que hubiera cancelado el semestre regresa y no la inscribe. Esta situación dejó de presentarse después de una actualización en el sistema de información en 2018.

El siguiente supuesto es que los grupos de admitidos a los dos lados del punto de corte son similares, es decir, que no hay una discontinuidad en las variables de la línea de base en el punto de corte. Para evaluarlo, se realizó un análisis similar al que se presentó para la evaluación del efecto en las variables de interés, pero con las de la línea de base. La Tabla 3 presenta un resumen de estos resultados donde se puede constatar que no hay evidencia de una discontinuidad alrededor del punto de corte.

Tabla 3.

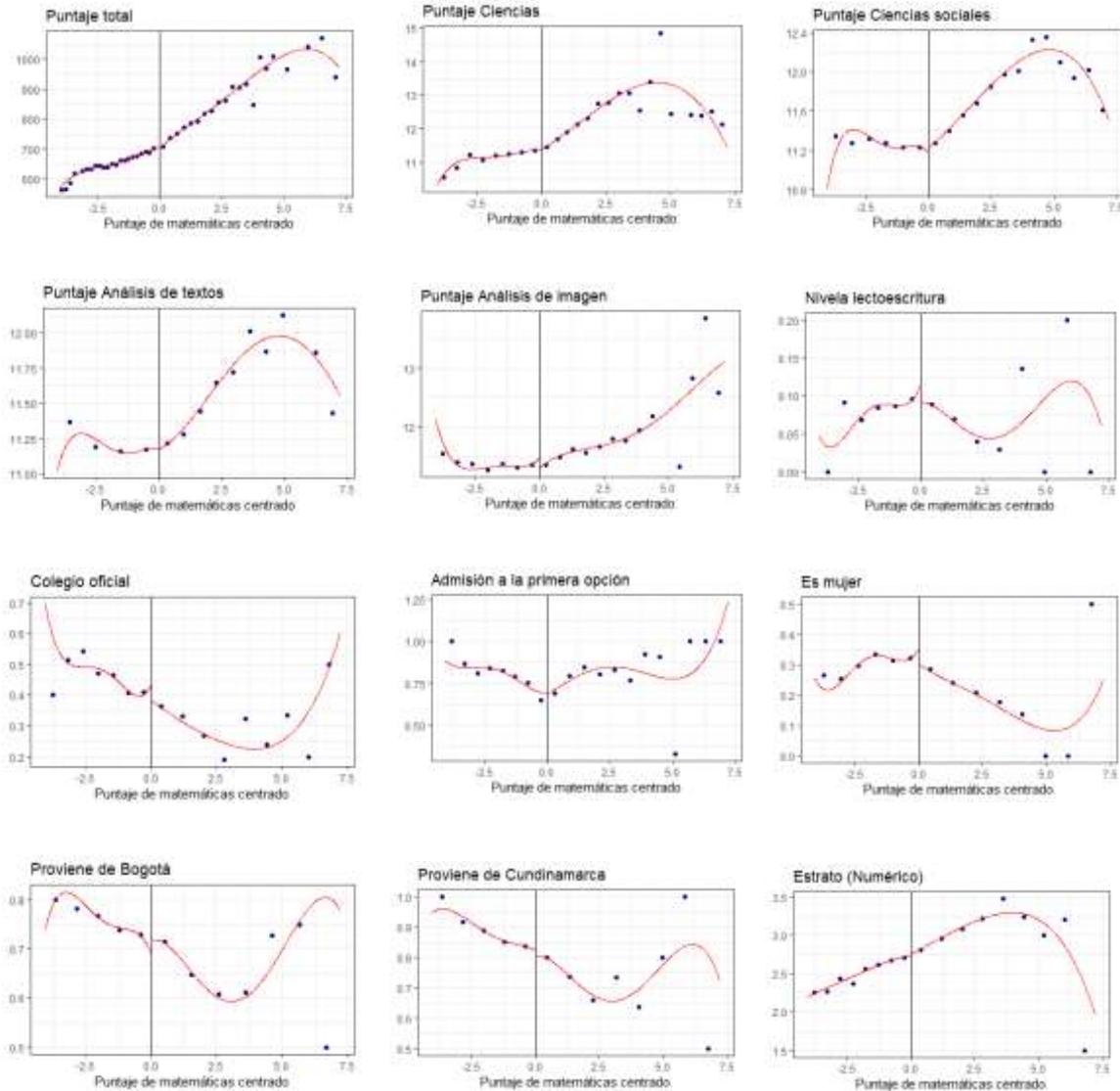
Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables de la línea de base

Variable	Ancho de banda	estimador	p-valor	Intervalo de confianza	Observaciones (Obs. Únicas)
Información académica previa					
Prueba de admisión					
<i>Puntaje total</i>	0,67	1,54	0,91	[-9,298; 8,298]	5.439 (216)
<i>Ciencias</i>	0,60	-0,06	0,31	[-0,077; 0,242]	5.079 (216)
<i>Ciencias sociales</i>	0,61	0,01	0,91	[-0,144; 0,162]	5.079 (216)
<i>Análisis de textos</i>	0,74	0,04	0,56	[-0,18; 0,097]	5.921 (216)
<i>Análisis de imagen</i>	0,62	0,08	0,21	[-0,283; 0,062]	5.261 (216)
Nívola lectoescritura	0,62	0,00	0,69	[-0,064; 0,042]	5.261 (216)
Colegio oficial	0,62	-0,01	0,88	[-0,083; 0,097]	5.261 (216)
Características de la admisión					
Admisión a la primera opción	0,72	-0,04	0,13	[-0,014; 0,105]	5.674 (216)
Demográfico					
Sin discapacidad	0,61	0,00	0,22	[-0,002; 0,009]	5.261 (216)
Pertenece a una etnia	0,68	0,00	0,32	[-0,006; 0,002]	5.439 (216)
Es mujer	0,56	0,05	0,18	[-0,157; 0,03]	5.017 (216)
Edad	0,61	0,11	0,45	[-0,762; 0,341]	5.079 (216)
Procedencia					
Bogotá	0,59	-0,03	0,28	[-0,037; 0,129]	5.079 (216)
Cundinamarca	0,64	0,01	0,95	[-0,068; 0,064]	5.261 (216)
Socioeconómico					
Estrato (num.)	0,84	-0,01	0,76	[-0,109; 0,148]	6.559 (216)

La Figura 5 muestra estos resultados gráficamente para las variables de línea base. El eje X corresponde al puntaje del componente de matemáticas centrado en el punto de corte, a la

derecha están los admitidos que no deben nivelar y a la izquierda aquellos que sí deben hacerlo. Cada punto representa el promedio para cada variable o, en el caso de las binarias, el porcentaje de los admitidos según el puntaje centrado. Se puede apreciar que, a pesar de que pueda existir una correlación entre el puntaje de matemáticas y las variables de la línea de base, alrededor del punto de corte los estudiantes son muy parecidos.

Figura 5
Efecto en las variables de la línea de base.



Estimación del efecto

Esta sección presenta la estimación de los efectos del curso de nivelación en las variables académicas de interés en el corto y en el mediano plazo. Estos resultados se pueden ver en la Tabla 4. En esta, cada fila corresponde a una de las variables académicas y los paneles corresponden a los momentos en los cuales fue estimado el efecto.

El primer panel presenta los resultados en el periodo académico de la admisión. Se puede ver que la asignación al curso de nivelación no tiene un efecto en la decisión de matricularse ni en los créditos inscritos ni en los aprobados de los componentes de libre elección y disciplinar; sin embargo, se debe recordar que estas asignaturas durante la primera matrícula son, en su mayoría, inscritas por la coordinación del programa. Por otra parte, sí hay un efecto negativo en la inscripción y en la aprobación de créditos del componente de fundamentación en el periodo al cual fue admitido. En la inscripción, el efecto es el equivalente a un poco menos de una asignatura del componente y persiste hasta un año después de la admisión. Por otra parte, el porcentaje de avance solo resulta en una diferencia en el primer periodo, pero esta es muy pequeña, de apenas 4 puntos porcentuales. Esto es razonable, dado que el admitido debe inscribir la asignatura de nivelación en lugar de la asignatura universitaria, la cual es del componente de fundamentación. En este periodo no se estiman los efectos sobre la inscripción o el desempeño de la asignatura universitaria, pues quienes deben nivelar aún no han tenido la oportunidad de hacerlo; tampoco sobre el abandono, pues esta es apenas la primera matrícula.

En los siguientes paneles vemos que el curso de nivelación no tiene un efecto en las variables medidas más allá de la primera matrícula, a excepción de los créditos inscritos en fundamentación, para los cuales después de un año sigue siendo negativo, aunque disminuye respecto al de la primera matrícula. A los tres años esta diferencia deja de ser estadísticamente significativa. De esta forma, los estudiantes asignados a la nivelación tienen un desempeño y un avance menor un año después de haber sido admitidos, comparados con sus pares que no deben nivelar, pero esta tendencia cambia después de seis años; no obstante, la diferencia no es estadísticamente significativa. Esto indica que los estudiantes logran recuperar el

retraso del primer año, tanto así que tampoco hay diferencias en la probabilidad de graduación.

Tabla 4.
Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables académicas (regresión)

Variable	A. Periodo de admisión			B. 1 año después			C. 3 años después			D. 6 años después		
	bw	Obs.	Estimador	bw	Obs.	Estimador	bw	Obs.	Estimador	bw	Obs.	Estimador
Matricula	0,74	5921 (216)	0,01 (0,87)	0,86	6874 (216)	0,04 (0,18)	0,76	5921 (216)	0,01 (0,78)	0,78	6013 (216)	0,01 (0,91)
Abandono				0,66	5278 (216)	-0,03 (0,44)	0,70	5481 (216)	0,00 (0,83)	0,72	5674 (216)	0,00 (0,99)
Egreso										0,60	5079 (216)	-0,05 (0,16)
Asignatura Universitaria												
Inscripción				0,51	4109 (216)	-0,05 (0,35)	0,64	5261 (216)	-0,04 (0,35)	0,65	5261 (216)	-0,03 (0,40)
Aprobación				0,47	3529 (216)	-0,10 (0,22)	0,55	4600 (216)	0,01 (0,96)	0,58	5079 (216)	0,02 (0,91)
Calificación				0,46	3529 (216)	-0,49 (0,11)	0,59	5079 (216)	-0,01 (0,79)	0,61	5079 (216)	0,00 (0,84)
Créditos inscritos por tipología												
Fundamentaci	0,83	6559 (216)	-2,53*** (0,00)	0,94	7272 (216)	-2,04** (0,01)	0,88	7021 (216)	0,28 (0,88)	0,82	6211 (216)	0,77 (0,73)
Disciplinar	0,52	4109 (216)	-0,16 (0,45)	0,64	5261 (216)	-0,44 (0,29)	0,60	5079 (216)	-1,18 (0,47)	0,74	5739 (216)	-0,26 (0,92)
Libre elección	0,40	3240 (216)	-0,79 (0,29)	0,56	5017 (216)	0,27 (0,73)	0,83	6211 (216)	0,34 (0,65)	0,76	5921 (216)	0,15 (1,00)
Créditos aprobados por tipología (%)												
Fundamentaci	0,96	7463 (216)	-0,04** (0,01)	0,81	6211 (216)	-0,03 (0,17)	0,77	6013 (216)	0,00 (0,99)	0,78	6013 (216)	0,01 (0,81)
Disciplinar	0,47	3736 (216)	0,00 (0,38)	0,62	5261 (216)	0,00 (0,38)	0,58	5079 (216)	-0,01 (0,50)	0,65	5261 (216)	0,00 (0,90)
Libre elección	0,39	3240 (216)	-0,02 (0,36)	0,53	4109 (216)	0,01 (0,69)	0,80	6013 (216)	0,01 (0,80)	0,71	5674 (216)	0,00 (0,85)

Nota. Ebw = Ancho de banda; Obs = Número de observaciones, en paréntesis el número de observaciones únicas; Estimador y error robusto entre paréntesis.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

Como un ejercicio de robustez, se realizó un análisis siguiendo el método de aleatorización local, cuyos resultados pueden verse en la Tabla 5. En términos generales, la significancia y la dirección del efecto son consistentes con la estimación por regresión. Se destaca que en este método hay un efecto significativo en la inscripción de asignaturas de libre elección en la primera matrícula y en las disciplinares después de 3 años. En la primera matrícula, los estudiantes que deben nivelar inscriben el equivalente a casi una asignatura

más, lo cual se relaciona con el comportamiento identificado anteriormente, pues estas asignaturas son sustitutos de las asignaturas universitarias que aún no se pueden inscribir. Este comportamiento ocurre nuevamente en el tercer año, esta vez con las asignaturas disciplinares; no obstante, el efecto corresponde al número de créditos de media asignatura.

Tabla 5.

Efectos de la asignación al curso de nivelación en las variables académicas (aleatorización local)

Variable	A. Periodo de admisión		B. 1 año después		C. 3 años después		D. 6 años después	
	M	Nívela	M	Nívela	M	Nívela	M	Nívela
Matricula	0,68	0,02 (0,02)	0,63	0,03 (0,02)	0,54	0,01 (0,02)	0,50	0,00 (0,02)
Abandono			0,22	-0,01 (0,02)	0,31	0,01 (0,02)	0,37	0,01 (0,02)
Egreso							0,29	-0,04 (0,02)
Asignatura Universitaria								
Inscripción			0,60	-0,04 (0,02)	0,64	-0,03 (0,02)	0,64	-0,02 (0,02)
Aprobación			0,40	-0,01 (0,02)	0,43	0,00 (0,02)	0,43	0,01 (0,02)
Calificación			1,87	-0,05 (0,07)	2,00	-0,02 (0,07)	2,00	0,00 (0,07)
Créditos inscritos por tipología								
Fundamentaci	15,24	-2,76 *** (0,37)	20,65	-2,31 *** (0,52)	32,54	-0,23 (0,95)	36,49	0,63 (1,13)
Disciplinar	3,38	-0,04 (0,15)	5,94	-0,48 * (0,24)	24,11	-1,97 * (0,92)	48,27	-0,79 (1,83)
Libre elección	0,97	0,45 *** (0,09)	2,08	0,49 *** (0,14)	7,27	0,41 (0,33)	17,32	0,17 (0,66)
Créditos aprobados por tipología (%)								
Fundamentaci	0,27	-0,05 *** (0,01)	0,36	-0,04 *** (0,01)	0,55	-0,01 (0,02)	0,61	0,00 (0,02)
Disciplinar	0,04	0,00 (0,00)	0,06	-0,01 (0,00)	0,26	-0,02 * (0,01)	0,51	0,00 (0,02)
Libre elección	0,03	0,01 *** (0,00)	0,06	0,01 *** (0,00)	0,20	0,01 (0,01)	0,48	0,01 (0,02)

Nota. N = 2296. Errores estándar entre paréntesis.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio estimó el efecto de un curso de nivelación en matemáticas para estudiantes de pregrado en una Institución de Educación Superior pública en Colombia y no se encontró un efecto en las variables académicas. Este resultado es consistente con la literatura (Valentine et al., 2017) y puede entenderse por las características del programa y de la universidad.

En primer lugar, no se encontró evidencia de que la asignación al curso de nivelación pudiera desmotivar a los admitidos a matricularse, un resultado similar a lo encontrado por Scott-Clayton y Rodríguez (2015) y Duchini (2017). En este caso, la institución es altamente selectiva. Anualmente se presentan cerca de 115.000 aspirantes de los cuales solo se admiten alrededor de 13.000¹, por lo que es razonable pensar que quien sea admitido no se desmotivará por tener que cursar una asignatura adicional.

Después de la matrícula, la inscripción en la asignatura es prácticamente automática, dado que la primera matrícula es realizada por la universidad, por lo que la proporción de estudiantes que no acata la asignación es ínfima. La asignatura tiene como objetivo formar a los estudiantes para que tengan éxito en la asignatura universitaria; sin embargo, los resultados tienen efectos nulos. Este resultado podría verse como una falla del curso, pues los estudiantes en la frontera del punto de corte son iguales en expectativa y la única diferencia entre los grupos de estudiantes a ambos lados del punto de corte es la asignación al curso, y su posterior inscripción, por lo que después de tomar el curso se esperaría que su desempeño fuera mejor al del grupo que no lo tomó (Bailey et al., 2013). Sin embargo, esta es una mirada parcial que no contempla la definición del punto de corte.

Por otra parte, Melguizo et al. (2016) hacen una reflexión basados en el trabajo de Robinson (2011) acerca de la relación entre los resultados y la decisión del punto de corte.

¹ Datos de los procesos de admisión en 2019 (<http://estadisticas.unal.edu.co/menu-principal/cifras-generales/cifras-generales/>)

Para estos investigadores, es deseado tener un resultado ligeramente positivo o cercano a cero, pues es un indicador de la pertinencia del punto de corte. Por el contrario, si el resultado fuera muy positivo, o muy negativo, significaría que el punto de corte no es el adecuado. Si el resultado fuera positivo, querría decir que el grupo de estudiantes que no tuvo que nivelar y que está justo por encima del punto de corte pudo haberse visto beneficiado del curso por lo que sería recomendable aumentar el punto de corte. En el otro caso, si el resultado fuera negativo, querría decir que los estudiantes con un puntaje justo abajo del umbral no se están beneficiando, por lo que sería recomendable bajar el puntaje. En este sentido, el efecto nulo indica que el punto de corte está funcionando, lo cual es un resultado importante, pues estas decisiones a veces son tomadas con base en el número de estudiantes que llegan al curso universitario o por la aprobación de estos cursos (Ngo & Melguizo, 2016).

En todo caso, la asignación de los estudiantes es un tema importante y se debe continuar su estudio. Scott-Clayton (2012) encontró que los estudiantes de los colegios comunitarios estaban siendo sobrediagnosticados con necesidades de nivelación. En el caso de la universidad, el instrumento que se utiliza está diseñado para organizar a los estudiantes y escoger a los mejores, pero no brinda información sobre los niveles de habilidad o de desempeño. En esta línea se propone como trabajo futuro una valoración de medidas alternativas o complementarias que apoyen esta decisión.

En cuanto a la posibilidad de que los costos del curso de nivelación, en tiempo o en dinero, superaran los posibles beneficios y que esto perjudicara a los estudiantes en el avance de créditos, en la continuidad de los estudios o en la probabilidad de graduación no se encontró evidencia, más allá de un efecto negativo en la inscripción y en la aprobación de créditos de fundamentación en la primera matrícula. Esto es razonable, pues quienes inscriben el curso de nivelación no pueden inscribir el curso de matemáticas de nivel universitario. Aun así, este efecto se pierde en las matrículas siguientes. En los otros casos, no hay un efecto estadísticamente significativo sobre las variables mencionadas anteriormente.

Una posibilidad de que el curso no tenga una gran afectación sobre el avance, como el hallado por Boatman y Long (2018) es que el curso de nivelación no se repite y, a pesar de que cerca de la mitad de los estudiantes no logra aprobarlo, esto no representa un retraso y en la siguiente matrícula ya puede continuar con las asignaturas del plan de estudios.

Estos resultados invitan a pensar en la posibilidad de implementar un curso que sea ofrecido a la par con el curso de matemáticas, como un correquisito, el cual ha tenido resultados prometedores (Logue et al., 2019) al menos para los estudiantes cercanos al punto de corte, quienes pudieran verse beneficiados de este refuerzo.

En suma, esta investigación no halló un efecto de la asignación a los cursos de nivelación en matemáticas en la decisión de la primera matrícula, en el desempeño en la primera asignatura universitaria, en el avance en créditos ni en la probabilidad de graduación. El trabajo se realizó mediante un diseño de discontinuidad en la regresión, el cual tiene como limitación que las conclusiones son solo para los estudiantes que están al margen del punto de corte. A pesar de esto, el trabajo representa un aporte a literatura sobre los cursos de nivelación para la universidad, especialmente a aquella desarrollada fuera de Estados Unidos.

REFERENCIAS

- Abadie, A., & Cattaneo, M. D. (2018). Econometric Methods for Program Evaluation. *Annual Review of Economics*, 10(1), 465–503. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080217-053402>
- Attewell, P., Lavin, D., Domina, T., & Levey, T. (2006). New Evidence on College Remediation. *The Journal of Higher Education*, 77(5), 886–924.
- Bahr, P. R. (2008). Does Mathematics Remediation Work?: A Comparative Analysis of Academic Attainment among Community College Students. *Research in Higher Education*, 49(5), 420–450. <https://doi.org/10.1007/s11162-008-9089-4>
- Bailey, T., Jaggars, S. S., & Scott-Clayton, J. (2013). Characterizing the Effectiveness of Developmental Education: A Response to Recent Criticism. *Journal of Developmental Education*, 36(3), 18.
- Bettinger, E. P., & Long, B. T. (2009). Addressing the Needs of Underprepared Students in Higher Education Does College Remediation Work? *Journal of Human Resources*, 44(3), 736–771. <https://doi.org/10.3368/jhr.44.3.736>
- Boatman, A., & Long, B. T. (2018). Does Remediation Work for All Students? How the Effects of Postsecondary Remedial and Developmental Courses Vary by Level of Academic Preparation. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 40(1), 29–58. <https://doi.org/10.3102/0162373717715708>

- Calonico, S., Cattaneo, M. D., Farrell, M. H., & Titiunik, R. (2020). *rdr robust: Robust Data-Driven Statistical Inference in Regression-Discontinuity Designs* (0.99.9) [R]. <https://CRAN.R-project.org/package=rdr robust>
- Cattaneo, Matias D., & Escanciano, J. C. (2017). Introduction. En *Regression Discontinuity Designs* (Vol. 38, pp. i–xxv). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0731-905320170000038020>
- Cattaneo, Matias D., Frandsen, B. R., & Titiunik, R. (2015). Randomization Inference in the Regression Discontinuity Design: An Application to Party Advantages in the U.S. Senate. *Journal of Causal Inference*, 3(1), 1–24. <https://doi.org/10.1515/jci-2013-0010>
- Cattaneo, Matias D., Idrobo, N., & Titiunik, R. (2020). *A Practical Introduction to Regression Discontinuity Designs: Foundations*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108684606>
- Cattaneo, Matias D., Jansson, M., & Ma, X. (2018). Manipulation Testing Based on Density Discontinuity. *The Stata Journal*, 18(1), 234–261. <https://doi.org/10.1177/1536867X1801800115>
- Cattaneo, Mattias D., Jansson, M., & Ma, X. (2020). *rddensity: Manipulation Testing Based on Density Discontinuity* (2.1) [R]. <https://CRAN.R-project.org/package=rddensity>
- Cattaneo, M. D., Titiunik, R., & Vazquez-Bare, G. (2020). The Regression Discontinuity Design. En L. Curini & R. Franzese, *The SAGE handbook of research methods in political*

science and international relations (Vol. 2, pp. 835-857). SAGE Publications Ltd.

<https://www.doi.org/10.4135/9781526486387.n47>

Conley, D. T. (2007). The challenge of college readiness. *Educational Leadership*, 64(7), 23.

Consejo Académico. (1951). *Por el cual se reglamenta el Año Preparatorio en la Universidad Nacional* (Acuerdo 40 de 1951). Universidad Nacional de Colombia.

http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=61832

Consejo Superior Universitario. (2007). *Por el cual se establecen los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia a través de sus programas curriculares* (Acuerdo 033 de 2007). Universidad Nacional de Colombia.

http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=34245

Consejo Superior Universitario. (2008). *Por el cual se adopta el Estatuto Estudiantil de la Universidad Nacional de Colombia en sus disposiciones Académicas* (Acuerdo 008 de 2008).

Universidad Nacional de Colombia.

http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=34983

Cook, T. D. (2008). “Waiting for Life to Arrive”: A history of the regression-discontinuity design in Psychology, Statistics and Economics. *Journal of Econometrics*, 142(2), 636–654.

<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.002>

Crespo, C. (2020). Beyond Manipulation: Administrative Sorting in Regression Discontinuity Designs. *Journal of Causal Inference*, 8(1), 164–181. <https://doi.org/10.1515/jci-2019-0009>

De Paola, M., & Scoppa, V. (2014). The effectiveness of remedial courses in Italy: A fuzzy regression discontinuity design. *Journal of Population Economics*, 27(2), 365–386. <https://doi.org/10.1007/s00148-013-0466-8>

Deil-Amen, R., & Rosenbaum, J. E. (2002). The Unintended Consequences of Stigma-Free Remediation. *Sociology of Education*, 75(3), 249–268. <https://doi.org/10.2307/3090268>

Dirección Nacional de Admisiones. (2020, agosto 5). *¿Cómo se califica la prueba de admisión?* Universidad Nacional de Colombia. <https://web.archive.org/web/20200805103653/https://admisiones.unal.edu.co/pregrado/como-se-califica-la-prueba-de-admision/>

Duarte, O., Rodríguez, G., & López, C. (2014). *Curso piloto intensivo de nivelación en matemáticas para admitidos a programas de Ingeniería en la Universidad Nacional de Colombia*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina.

Duchini, E. (2017). Is college remedial education a worthy investment? New evidence from a sharp regression discontinuity design. *Economics of Education Review*, 60, 36–53. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.06.004>

Frandsen, B. (2021). *rddisttest: Tests for Manipulation of Discrete Running Variable* (0.1.0) [R]. <https://github.com/brighamfrandsen/rddisttest/>

Frandsen, B. R. (2017). Party Bias in Union Representation Elections: Testing for Manipulation in the Regression Discontinuity Design when the Running Variable is Discrete. En

Regression Discontinuity Designs (Vol. 38, pp. 281–315). Emerald Publishing Limited.

<https://doi.org/10.1108/S0731-905320170000038012>

Fresard Lillo, M. (2019). *The effects of remedial math on student outcomes: Evidence from an higher education institution in Chile using regression discontinuity design* [Tesis de Maestría, Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/175546>

Gertler, P. J., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. J. (2016). *Impact Evaluation in Practice* (2a ed.). Inter-American Development Bank and World Bank.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25030>

Gómez Colmenares, J. A. (2019). *Efectos de la educación remedial en la graduación y deserción universitaria* [Tesis de Maestría, Universidad del Rosario].

<https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/20520>

Guzmán Ruiz, C., Durán Muriel, D., Franco Gallego, J., Castaño Vélez, E., Gallón Gómez, S., Gómez Portilla, K., & Vásquez Velásquez, J. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención* (1a ed). Ministerio de Educación Nacional.

Jaraba Barrios, B. A. (2014). *Un escritorio para Mercedes: Revisando el mito fundacional de la psicología en Colombia* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51293>

Lee, D. S., & Lemieux, T. (2010). Regression Discontinuity Designs in Economics. *Journal of Economic Literature*, 48(2), 281–355. <https://doi.org/10.1257/jel.48.2.281>

León, O., & Montero, I. (2002). *Métodos de investigación en psicología y educación* (3ª ed., 1ª imp. edition). McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.

Logue, A. W., Watanabe-Rose, M., & Douglas, D. (2016). Should Students Assessed as Needing Remedial Mathematics Take College-Level Quantitative Courses Instead? A Randomized Controlled Trial. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 38(3), 578–598.
<https://doi.org/10.3102/0162373716649056>

McCall, B. P., & Bielby, R. M. (2012). Regression Discontinuity Design: Recent Developments and a Guide to Practice for Researchers in Higher Education. En J. C. Smart & M. B. Paulsen (Eds.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research: Volume 27* (pp. 249–290). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2950-6_5

McCrary, J. (2008). Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test. *Journal of Econometrics*, 142(2), 698–714.
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.005>

Melguizo, T., Bos, J. M., Ngo, F., Mills, N., & Prather, G. (2016). Using a Regression Discontinuity Design to Estimate the Impact of Placement Decisions in Developmental Math. *Research in Higher Education*, 57(2), 123–151. <https://doi.org/10.1007/s11162-015-9382-y>

Melguizo, T., Bos, J., & Prather, G. (2011). Is Developmental Education Helping Community College Students Persist? A Critical Review of the Literature. *American Behavioral Scientist*, 55(2), 173–184. <https://doi.org/10.1177/0002764210381873>

Merisotis, J. P., & Phipps, R. A. (2000). Remedial Education in Colleges and Universities: What's Really Going On? *The Review of Higher Education*, 24(1), 67–85.

<https://doi.org/10.1353/rhe.2000.0023>

Ministerio de Educación Nacional. (1951). *Por el cual se establecen cursos preparatorios en las Facultades de las Universidades del país, tanto oficiales como privadas, y se dictan otras disposiciones* (Decreto 2289 de 1951). Ministerio de Educación Nacional.

<https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Decretos/103336:Decreto-2289-de-Noviembre-07-de-1951>

Ministerio de Educación Nacional. (1953). *Por el cual se deroga el Decreto, número 2289 de 1951, sobre Curso Preparatorio y se dictan otras disposiciones* (Decreto 2306 de 1953).

Presidencia de la República.

<https://www.mineduacion.gov.co/portal/normativa/Decretos/102845:Decreto-2306-de-Septiembre-04-de-1953>

Moreno Penagos, M. C., & Ospina Pulido, M. (2013). *Impacto, evolución y mejoramiento de los cursos de nivelación en matemáticas básicas de la Universidad Nacional Sede Bogotá* [Informe]. Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia.

Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2011). *Methods Matter: Improving Causal Inference in Educational and Social Science Research*. Oxford University Press.

Ngo, F., & Melguizo, T. (2016). How Can Placement Policy Improve Math Remediation Outcomes? Evidence From Experimentation in Community Colleges. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 38(1), 171–196. <https://doi.org/10.3102/0162373715603504>

Rectoría. (2008). *Por la cual se reglamentan los procesos de identificación, inscripción y calificación de los estudiantes admitidos a la Universidad Nacional de Colombia con necesidades de nivelación en habilidades propias de matemáticas, lecto-escritura e ingles, para una adecuada inserción en el medio universitario* (Resolución 850 de 2008). Universidad Nacional de Colombia. http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=34314

Rectoría. (2009). *Por la cual se reglamentan la inscripción y la calificación de los estudiantes con necesidades de nivelación en matemáticas, lecto-escritura, lengua extranjera y otras áreas del conocimiento* (Resolución 469 de 2010). Universidad Nacional de Colombia. http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=35019

Rectoría. (2010). *Por la cual se reglamentan la clasificación, inscripción y calificación de los estudiantes con necesidades de nivelación en matemáticas, lecto-escritura y suficiencia en idioma extranjero y se deroga la Resolución 469 de 2009* (Resolución 037 de 2010). Universidad Nacional de Colombia. http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=36920

Sánchez Torres, F., & Márquez Zúñiga, J. (2013). Deserción en la educación superior en Colombia durante la primera década del siglo XXI: ¿por qué ha aumentado tanto? En L. E. O. Silva (Ed.), *La educación superior: Retos y perspectivas* (1a ed., pp. 307–342). Universidad de los

Andes,

Colombia.

<https://www.jstor.org.ezproxy.uniandes.edu.co:8080/stable/10.7440/j.ctt19rmb9b.13>

Scott-Clayton, J., & Rodriguez, O. (2015). Development, Discouragement, or Diversion? New Evidence on the Effects of College Remediation Policy. *Education Finance and Policy*, 10(1), 4–45. https://doi.org/10.1162/EDFP_a_00150

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin Company.

Valentine, J. C., Konstantopoulos, S., & Goldrick-Rab, S. (2017). What Happens to Students Placed Into Developmental Education? A Meta-Analysis of Regression Discontinuity Studies. *Review of Educational Research*, 87(4), 806–833. <https://doi.org/10.3102/0034654317709237>

Villamizar-Villegas, M., Pinzón-Puerto, F. A., & Ruíz-Sánchez, M. A. (2020). *A Comprehensive History of Regression Discontinuity Designs: An Empirical Survey of the last 60 Years* (Working Paper Núm. 1112; Borradores de Economía). Banco de la República de Colombia. <https://doi.org/10.32468/be.1112>

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>