

El éxito de “Álgebra para todos”:
Impactos de corto y largo plazo de la
enseñanza intensiva en matemáticas y la
organización educacional como un
mecanismo de mediación

Takako Nomi
Octubre 30, 2014

V Seminario ICFES
Bogotá, Colombia

La charla de hoy

2

- Hoy en los Estados Unidos, se espera la enseñanza de Álgebra para todos los estudiantes a más tardar en 9º grado
- Existen preocupaciones de que los estudiantes con bajas habilidades matemáticas tengan dificultades
- ¿Cómo puede ser “Álgebra para todos” exitoso?
- La Doble Dosis de Álgebra como una estrategia para apoyar a estudiantes de 9º grado con problemas en álgebra y sus impactos en el corto y largo plazo.
- Importancia de la organización social de las escuelas.
 - Cómo las escuelas organizan los salones de clase

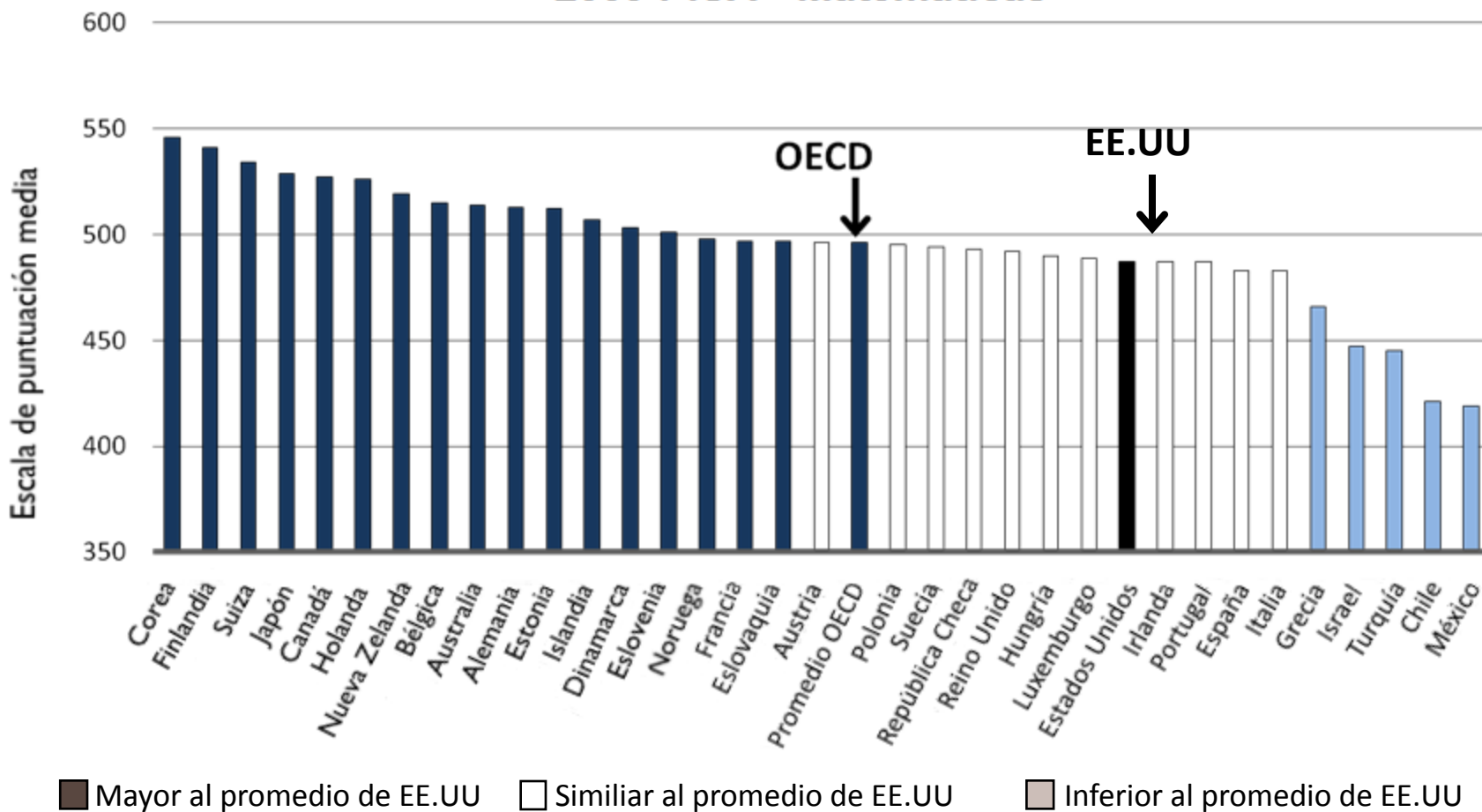
Antecedentes

3

- Bajo desempeño académico de los estudiantes estadounidenses en matemáticas y ciencia.
 - ▣ Las matemáticas y la ciencia son fundamentales para el avance de la economía estadounidense.

Entre 34 países de la OECD, Estados Unidos ocupa el lugar 25 en matemáticas.

2009 PISA - Matemáticas



Problemas claves

5

Alta inequidad en el logro generada por un nivel muy bajo de logro en estudiantes cercanos al fondo.

En matemáticas,

- El 10% de estudiantes estadounidenses con mejor desempeño, están rezagados 0,25 DE respecto al 10% de estudiantes coreanos con mejor desempeño.
- El 10% de estudiantes estadounidenses con peor desempeño, están rezagados 0,75 DE respecto al 10% de estudiantes coreanos con peor desempeño.

Posibles fuentes de alta inequidad en logro

6

- Falta de currículos rigurosos y coherentes.
 - ▣ Existe una alta diversidad con un bajo nivel de elaboración
- Seguimiento
 - ▣ Problemas de clases con bajo nivel de seguimiento (e.g., Oakes, 2005)
 - Bajo nivel de enseñanza
 - Bajas expectativas
 - Problemas de comportamiento
 - influencia negativa de los compañeros de clase

Reformas curriculares (1): aumentando los estándares

7

Eliminar clases de bajo nivel e incrementar el nivel mínimo.

- “Currículo preparatorio para la universidad para todos” en secundaria.
 - Requerido por cerca de 20 estados hoy en día.
 - “Álgebra para todos” en 8vo grado.
 - California y Chicago
- El núcleo común de estándares.
 - Intentos para fortalecer el currículo en todos los ámbitos.

Preocupación:

- El simple incremento de los estándares sin la provisión de los soportes adecuados incrementaría las fallas, especialmente en estudiantes con pocas habilidades matemáticas.

Reformas curriculares (2): mayor apoyo a estudiantes con dificultades

8

- ▣ Programa de desarrollo de talento
- ▣ Cursos preparatorios para las universidades a un ritmo más moderado
- ▣ Cursos de matemáticas de transición como un puente para cursos de matemáticas preparatorios para la universidad
- ▣ Cursos de “Doble dosis”
 - Implementado en cerca de la mitad de los distritos urbanos

Dificultades de las reformas curriculares:

9

Tensiones entre contenido educativo y organización social

Contenido educativo

- ▣ Aumentar el rigor es bueno, pero
- ▣ Debe ser apropiado para los niveles de habilidad actuales

Organización social

- ▣ Heterogeneidad en las habilidades de los estudiantes
- ▣ El agrupamiento homogéneo parece adecuado, pero
- ▣ El papel de aprendizaje entre compañeros de clase
 - Concentrar estudiantes con bajo rendimiento es problemático
- ▣ Posible estigma

De acuerdo a la diversidad de los estudiantes, ¿cómo deberían las escuelas organizar las clases bajo los mismos estándares de alta calidad, y cómo deberían las escuelas apoyar a los estudiantes con dificultades?

Políticas curriculares en Chicago

10

Política de Álgebra para todos en 1997

- Eliminó todas las matemáticas de recuperación en las escuelas secundarias
- Álgebra, Geometría y la secuencia de Álgebra II

Política de “Doble dosis” de Álgebra (DDA) en 2003

- Provee un curso adicional de apoyo en álgebra para estudiantes de 9no grado con dificultades
 - Asignación basada en un punto de corte: Estudiantes con habilidades iniciales por debajo de la media nacional deben tomar la DDA.
- Ofrecer apoyos curriculares y PD para los profesores.

Estas reformas afectaron la escogencia de clases y la organización en el aula

¿Cómo afectó la selección de cursos la política de “Álgebra para todos”? Escuelas de tratamiento

11

Cambios en las inscripciones en cursos de álgebra antes y después de la política de “Álgebra para todos”

Escuelas ofreciendo matemáticas correctivas antes de la implementación de la política (N=40)

Habilidad de los estudiantes	Años antes de la política			Años después de la política		
	<u>1994</u>	<u>1995</u>	<u>1996</u>	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>
Alta	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
Medio Alta	0,97	0,96	0,97	1,00	1,00	1,00
Medio Baja	0,86	0,84	0,90	1,00	1,00	1,00
Baja	0,53	0,52	0,66	1,00	1,00	1,00

¿Cómo la política de “Álgebra para todos” afectó la selección de cursos?: Escuelas de control

12

Cambios en las inscripciones en cursos de álgebra antes y después de la política de “Álgebra para todos”

Escuelas ofreciendo matemáticas correctivas antes de la implementación de la política (N=15)

Habilidad de los estudiantes	Años antes de la política			Años después de la política		
	<u>1994</u>	<u>1995</u>	<u>1996</u>	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>
Alta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Medio Alta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Medio Baja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Baja	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00

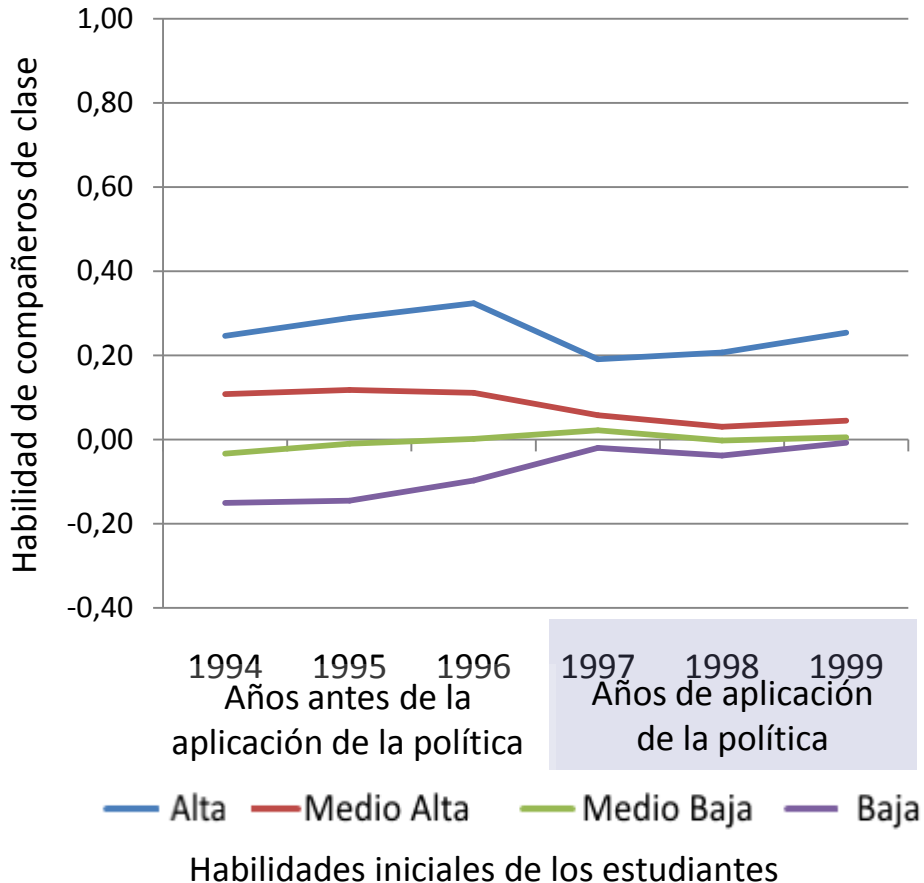
La política no tiene efectos

¿Cómo afectó la organización en el salón de clases la política de “Álgebra para todos”?

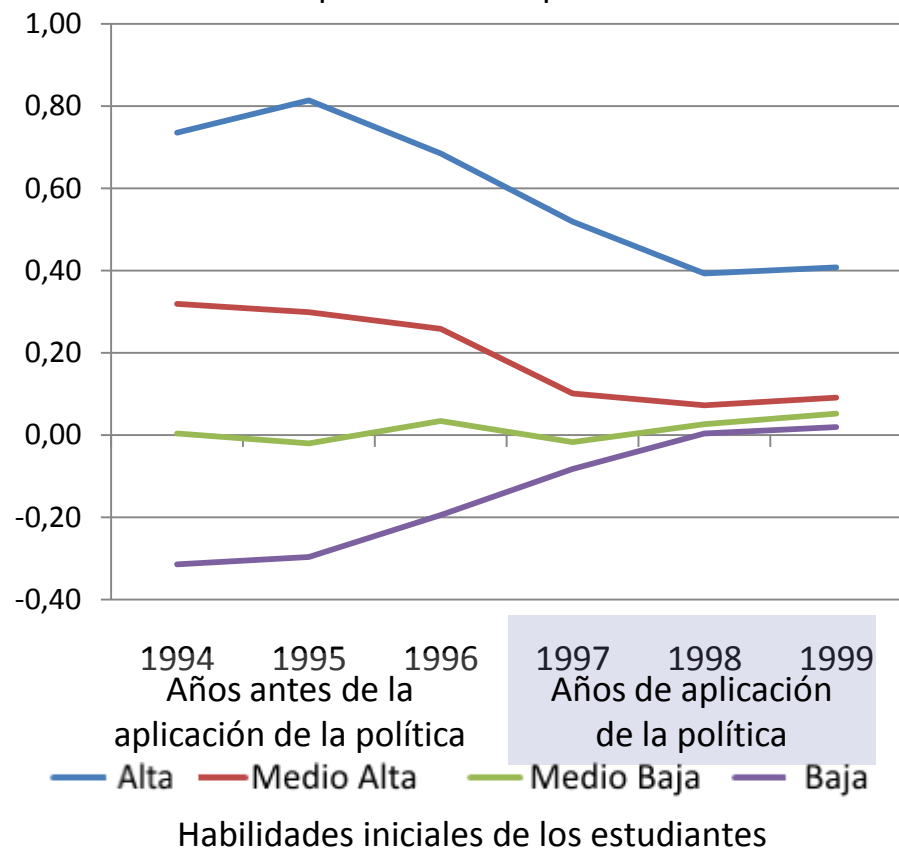
13

Cambios en el salón de clases por habilidad antes y después de la política de “Álgebra para todos”

Escuelas ofreciendo álgebra para todos los estudiantes antes de la implementación de la política



Escuelas ofreciendo matemáticas correctivas antes de la aplicación de la política



¿Cómo afectó la política de Doble Dosis de Álgebra la selección de cursos?

14

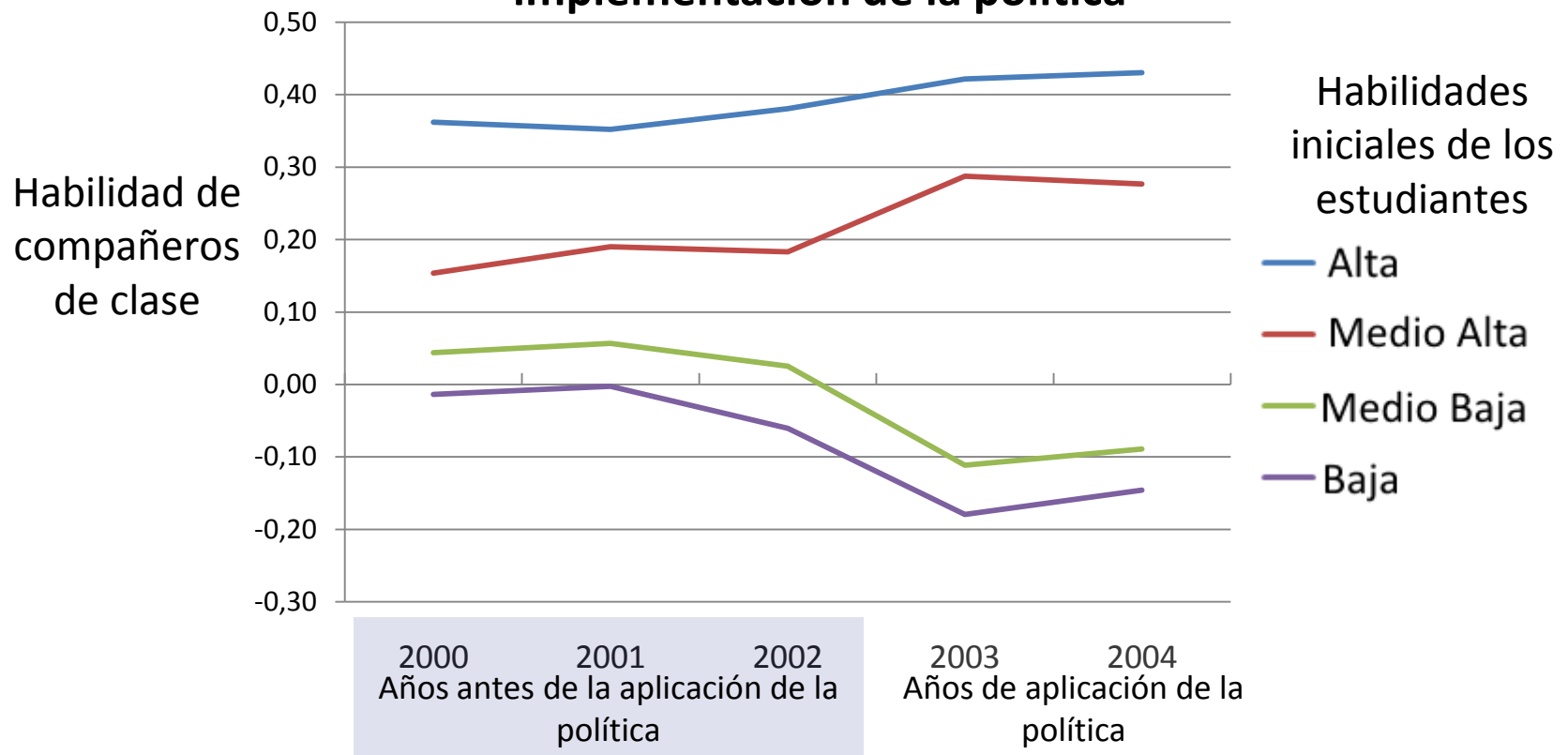
Cambios en las inscripciones a Doble Dosis de Álgebra antes y después de la implementación de la política

Habilidad de los estudiantes	Inscripciones en Doble Dosis de Álgebra				
	Años antes de la política			Años después de la política	
	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>
Alta	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Medio Alta	0,00	0,00	0,00	0,09	0,12
Medio Baja	0,00	0,00	0,00	0,82	0,72
Baja	0,00	0,00	0,00	0,86	0,87

¿Cómo afectó la organización en el salón de clases la política de Doble Dosis de Álgebra?

15

Cambios en inscripciones para Doble Dosis de Álgebra antes y después de la implementación de la política



Las políticas curriculares afectaron los cursos y la organización de clases

Investigación previa en seguimiento (*tracking*) y en no seguimiento (*detracking*): destacando la tensión

16

- Se sostiene que los estudiantes aprenden más trayectorias altas que en trayectorias bajas (e.g., Gamoran, 1987)
 - Posiblemente debido a mejor nivel de enseñanza en trayectorias altas (e.g., Applebee et al, 2003)
- Por otra parte, se argumenta que eliminar el seguimiento podría no funcionar (e.g., Rosenbaum, 1999)
 - Dificultades en la enseñanza en clases heterogéneas (Rubin, 2008)
 - Efectos negativos en estudiantes destacados

Investigación previa en seguimiento (*tracking*) y en no seguimiento (*detracking*)

17

Efectos del seguimiento/no seguimiento pueden depender del contexto

- Algunos éxitos del no seguimiento (*detracking*)
 - ▣ Escuelas católicas
 - ▣ Escuelas con una cultura escolar fuerte y un soporte educativo para estudiantes con bajo rendimiento
 - ▣ Finlandia y Corea

Limitaciones:

- Falta de relevancia en problemas de interés político
 - ▣ No se examinan políticas curriculares
 - ▣ No se separa el contenido para enseñar y la organización educativa
- Falta de generalidad para escuelas secundarias urbanas

Estudios previos de la política de “Álgebra para todos” en Chicago

18

Resultados decepcionantes

- Para estudiantes con habilidades bajas y promedio (Allensworth, Nomi, Montgomery y Lee, 2010):
 - ▣ Las inscripciones en cursos académicos incrementaron dramáticamente
 - ▣ Las calificaciones no mejoraron
 - ▣ Las tasas de reprobación en matemáticas incrementaron
- Para estudiantes con habilidades altas (Nomi, 2012):
 - ▣ Las calificaciones declinaron debido a la disminución en los niveles de habilidad de sus compañeros

Estudios previos en Doble Dosis de Álgebra en Chicago: Resultados a corto plazo

19

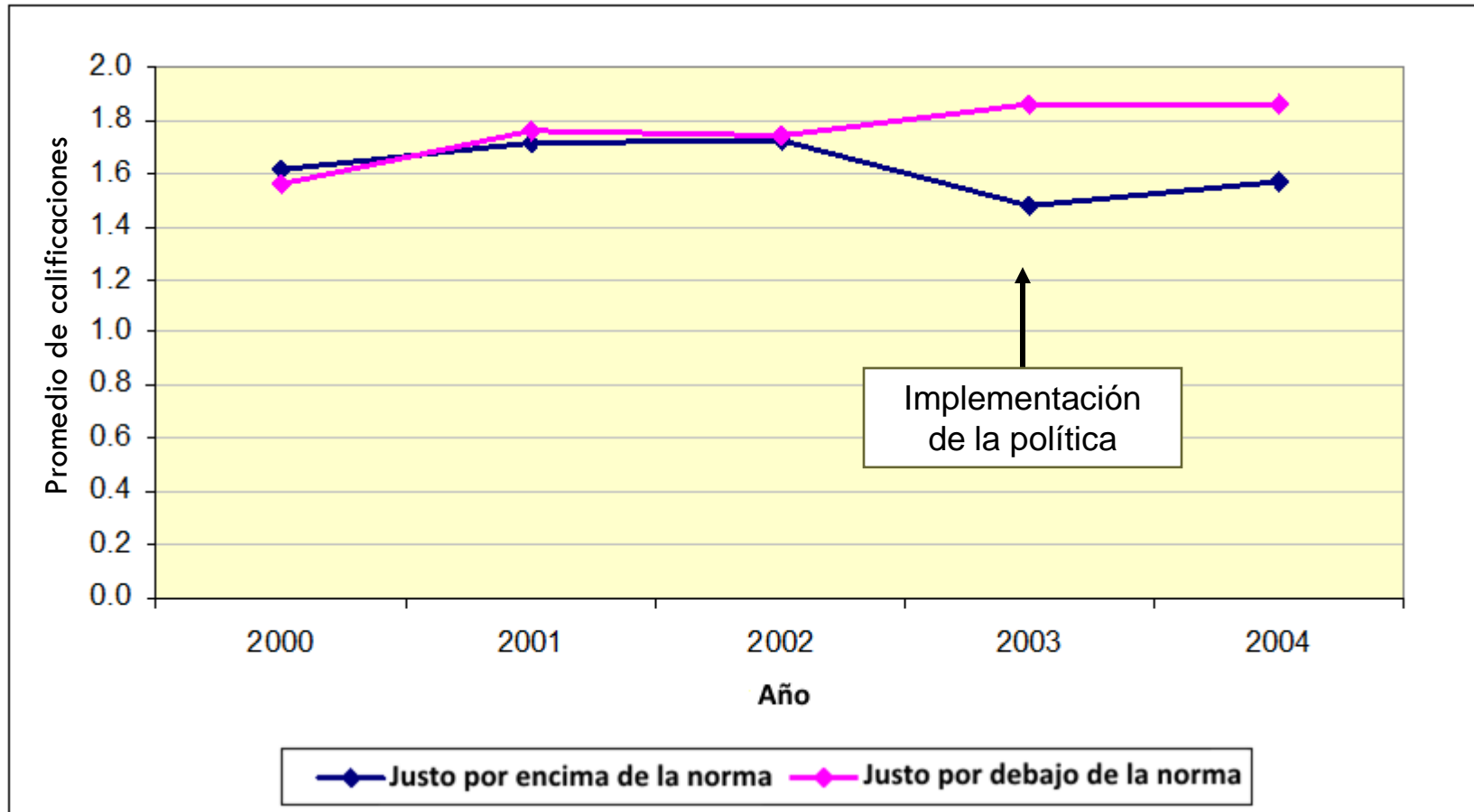
Nomi & Allensworth (2009, 2013): Análisis RDD combinado con comparaciones a través de cohortes.

- Las calificaciones mejoraron para *todos* los estudiantes
 - Mejoraron para los estudiantes con bajo rendimiento que tomaron Doble Dosis de Álgebra y estudiantes con alto rendimiento que no la tomaron
 - La mejora fue más significativa para los estudiantes con bajo rendimiento, exceptuando por estudiantes con muy bajas habilidades (Principalmente estudiantes en Programas de Educación Individual -IPE)

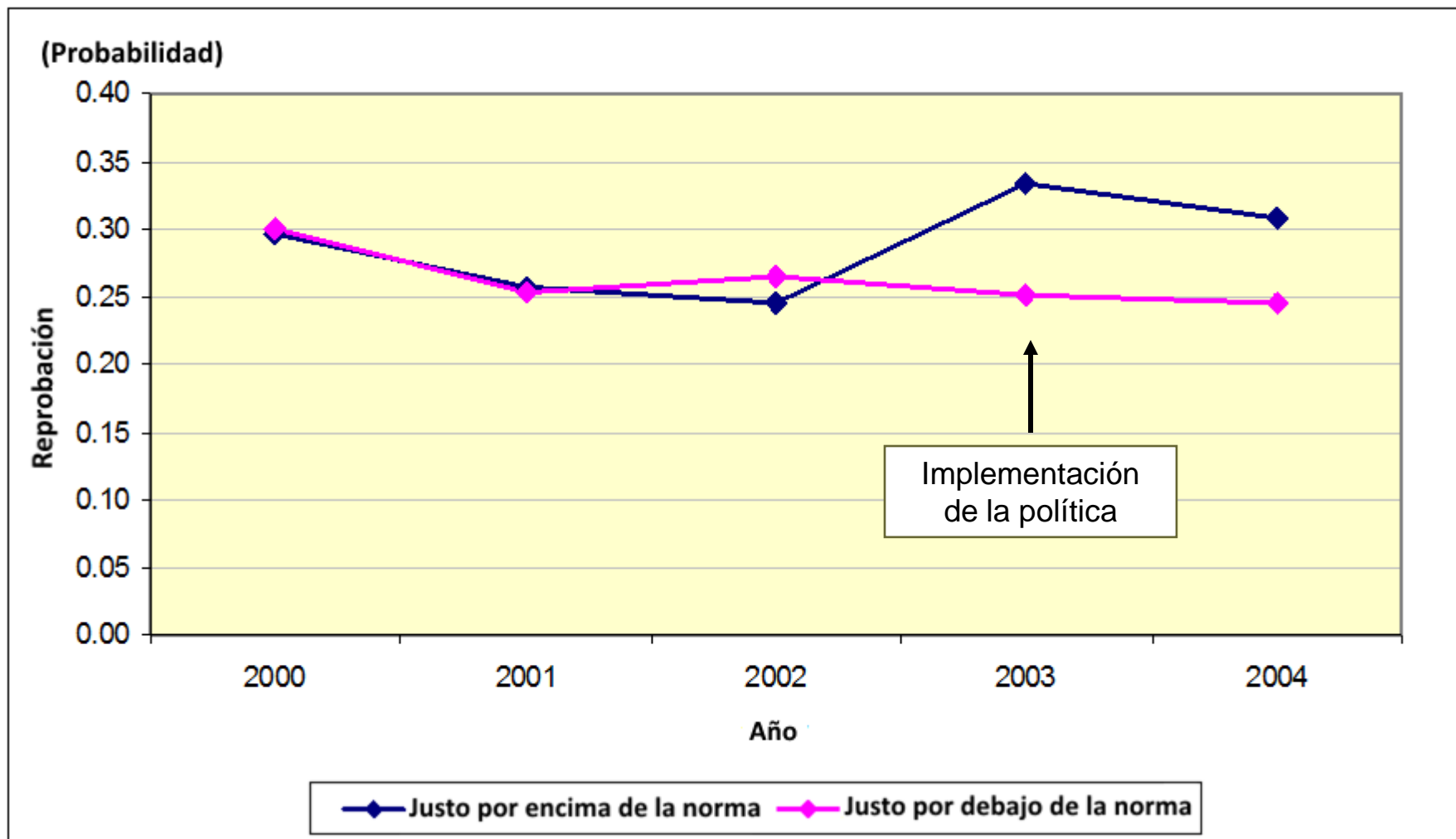
- Las calificaciones y tasas de aprobación en álgebra son más altas para estudiantes por encima del puntaje de corte, pero los estudiantes por encima de este corte estaban en peores condiciones que las contrapartes que tenían antes de la implementación de la política.

Efectos de las inscripciones en Doble Dosis de Álgebra sobre la calificación promedio en Álgebra

20



Efectos de la inscripción en los cursos de Doble Dosis sobre la reprobación en Álgebra



Resumen de resultados en el largo plazo: Años en secundaria

22

Cortes, Goodman, y Nomi (en progreso): Análisis RDD

- Los estudiantes ubicados levemente abajo del punto de corte, que tomaron la DDA, son más propensos a:
 - ▣ Tomar Geometría en 10mo grado (7-9%)
 - ▣ Ganar créditos en Geometría al final del 10mo grado (12-14%)
 - ▣ Permanecen en la escuela en el 3er año de la escuela secundaria (7%)
 - ▣ Poseen calificaciones levemente más altas al finalizar el 11vo grado (0,14 DE)
 - ▣ Se gradúan de la escuela secundaria (9,8%)

Resumen de resultados de largo plazo: Años posteriores a secundaria

23

- Los estudiantes ubicados levemente abajo del punto de corte, que tomaron la DDA, son más propensos a:
 - ▣ Matricularse en alguna universidad (10,8%)
 - ▣ Inscribirse en una universidad de 2 años (6,7%)
 - Tiempo parcial en una universidad de 2 años (8,2%)

Limitaciones:

El análisis RDD no indica necesariamente los efectos de la política pues los estudiantes por encima y por debajo del punto de corte fueron afectados por ésta.

- ▣ El análisis de la política está en elaboración

**Papel de la organización en las clases:
Efectos heterogéneos de tratamiento
entre escuelas y mecanismos de política**

Papel de la organización en las clases

25

- Efectos específicos al contexto
 - ¿En qué medida los efectos de la política varían entre escuelas y por qué?
 - Puede depender de cómo las escuelas organicen las clases
 - Grado de ordenamiento
- Contenido en clases/tiempo vs. organización social?
 - No es posible separar los dos mecanismos

Se analiza nuevamente la Doble Dosis de Álgebra para responder estas preguntas

Preguntas de investigación

26

Efectos específicos del contexto:

- ¿En cuánto varía el efecto promedio de la Doble Dosis de Álgebra entre escuelas?
 - Efectos combinados de los cursos y la composición del aula de clases
- ¿Está la variación en el efecto promedio relacionada con el grado de clasificación basado en los niveles de habilidad?

Contenido en clase/tiempo vs. Organización social:

- ¿Cuál es el efecto de tomar el curso de Doble Dosis de Álgebra?
- ¿Cuál es el efecto del nivel de habilidad de los compañeros de clase?

Datos y diseño de investigación

27

Datos de las Escuelas Públicas de Chicago (CPS por sus siglas en inglés)

- 12.916 estudiantes de 9no grado en 2003
- 60 escuelas secundarias
- Resultados: Puntajes en Álgebra al comienzo del 10mo grado
- Habilidades iniciales: Pruebas de Matemáticas de 8vo grado (*Prueba de habilidades básicas de Iowa*, ITBS por sus siglas en inglés)
 - Utilizados para determinar la elegibilidad a la Doble Dosis de Álgebra

Diseño de investigación

- Diseño de regresión discontinua (RDD por sus siglas en inglés), comparando estudiantes ubicados por debajo y por encima del punto de corte

Doble Dosis de Álgebra

28

- Si se sitúan por debajo del punto de corte
 - ▣ Doble Dosis de Álgebra
 - ▣ Compañeros con bajo nivel de habilidad

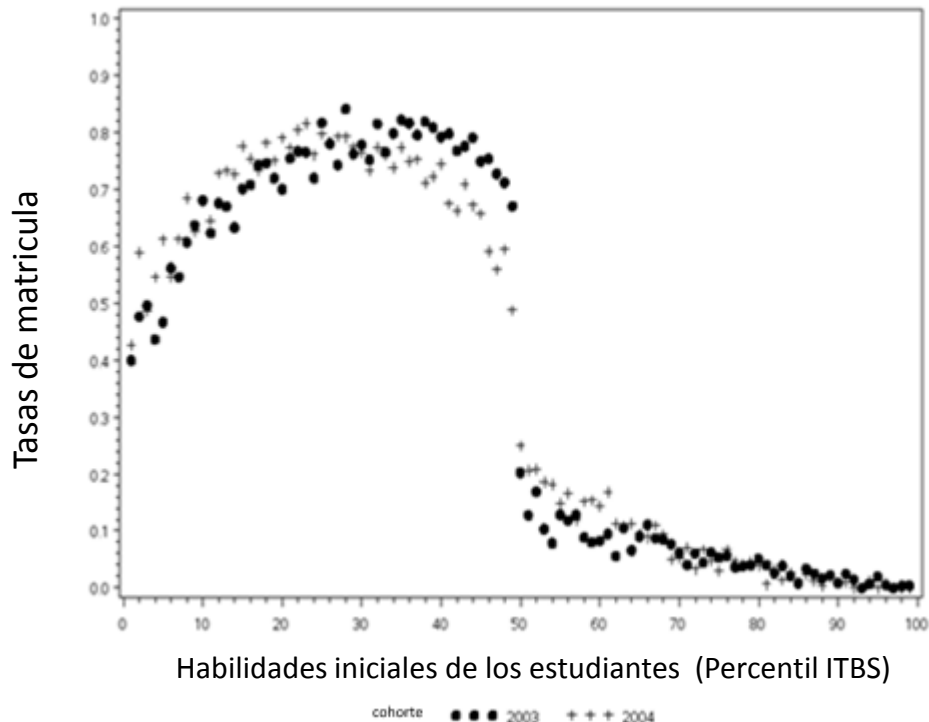
- Si se sitúan por encima del punto de corte
 - ▣ Dosis única de Álgebra
 - ▣ Compañeros con alto nivel de habilidad

Doble Dosis de Álgebra: La mayoría de los estudiantes cumplieron con la política

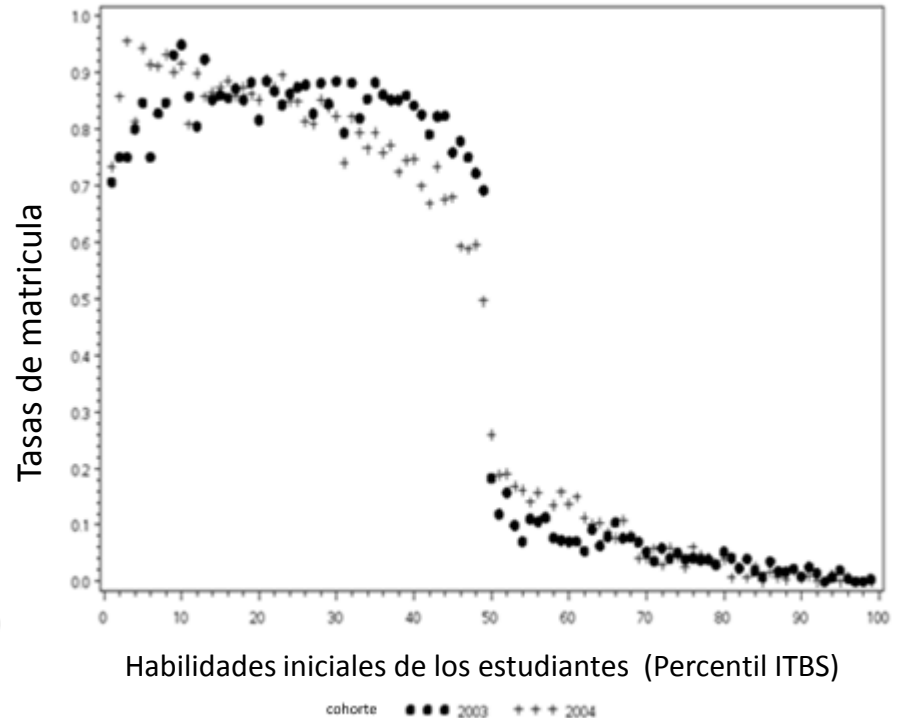
29

- La mayoría de los estudiantes tomaron la doble sesión de Álgebra, si era necesario.
 - Las excepciones constituían en su mayoría estudiantes en Programas de Educación Independiente - IEP

Todos los estudiantes



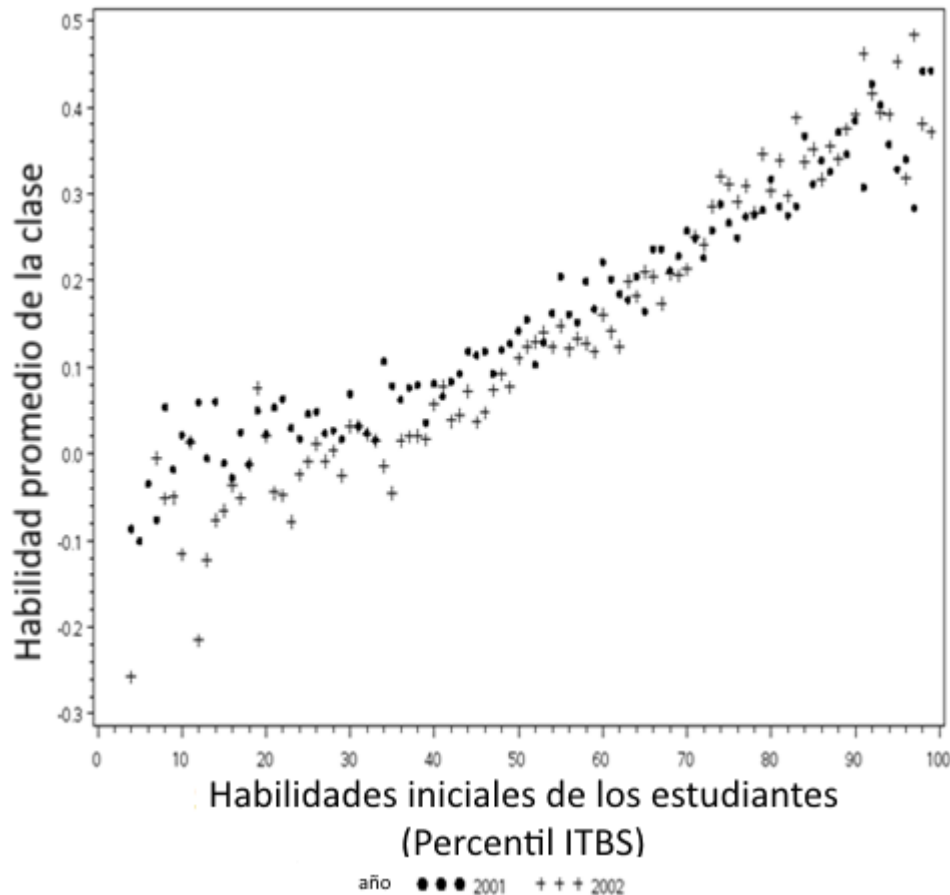
Estudiantes de educación regular



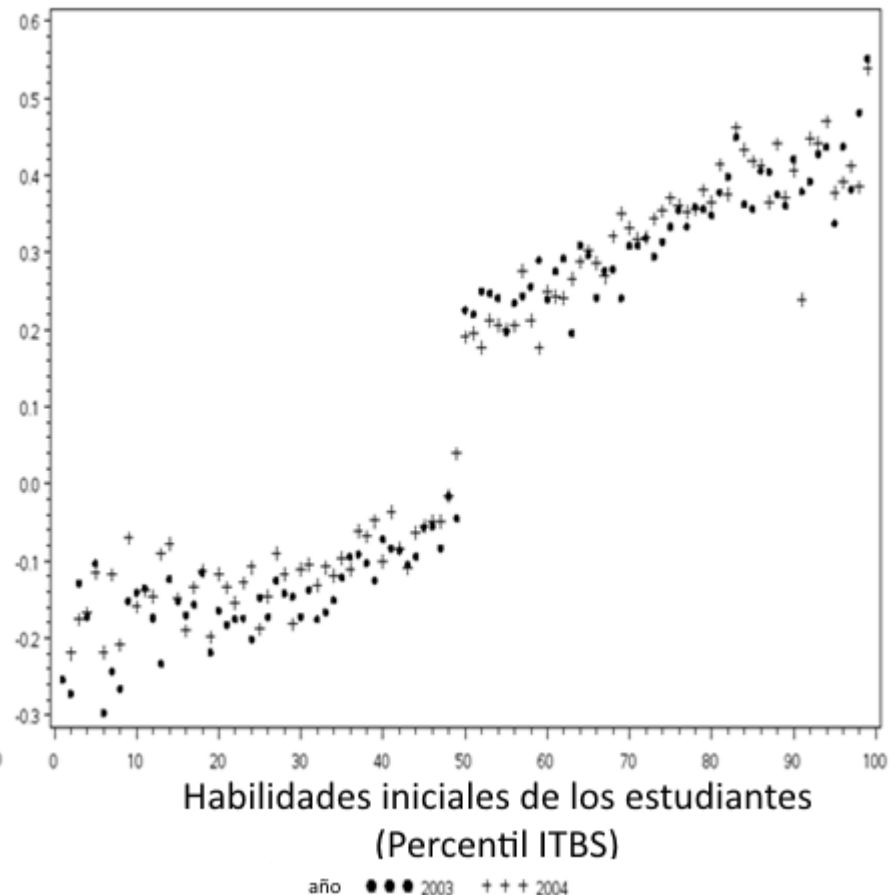
Las escuelas crearon segregación basada en el nivel de habilidad en las clases de álgebra

30

Antes de la aplicación de la política
(cohortes de 2001-02 y 2002-03)



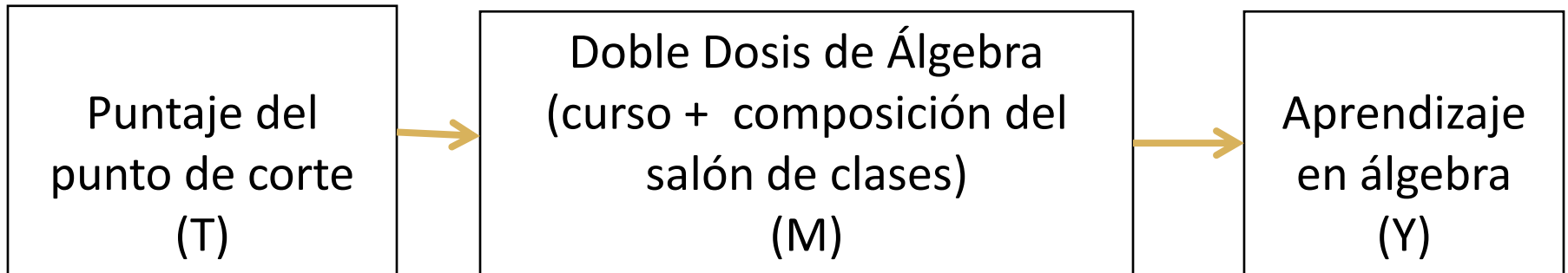
Posterior a la aplicación de la política
(cohortes de 2003-04 and 2004-05)



Efecto promedio de la Doble Dosis de Álgebra

31

El puntaje del punto de corte afecta los resultados de los estudiantes al tomar la Doble Dosis de Álgebra (Modelo T-M-Y)



Utilización de efectos aleatorios para estimar heterogeneidad en el efecto promedio

- Estimando el efecto específico por escuela y su variabilidad

Modelos estadísticos

32

- Efectos ITT (El efecto de puntuar por debajo del punto de corte)

- *Modelo intra-escuela;*

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(T_{ij} - \bar{T}_j) + \beta_{2j}(X_{ij} - \bar{X}_j) + \beta_{3j} \left[(X_{ij} - \bar{X}_j)^2 - S_j^2 \right] + e_{ij},$$

$$\beta_0 \sim N(0, \tau_0^2), \beta_1 \sim N(0, \tau_1^2), \beta_{2j} \sim N(0, \tau_2^2), e \sim N(0, \sigma_e^2)$$

Modelos estadísticos

33

□ Efectos ITT (El efecto de puntuar por debajo del punto de corte)

□ *Modelo intra-escuela;*

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(T_{ij} - \bar{T}_j) + \beta_{2j}(X_{ij} - \bar{X}_j) \\ + \beta_{3j} \left[(X_{ij} - \bar{X}_j)^2 - S_j^2 \right] + e_{ij},$$

$$\beta_0 \sim N(0, \tau_0^2), \beta_1 \sim N(0, \tau_1^2), \beta_{2j} \sim N(0, \tau_2^2), e \sim N(0, \sigma_e^2)$$

Modelos estadísticos

34

Efecto de tomar la DDA, usando 2SLS (Efecto promedio de los tratados)

Etapa 1: El efecto del punto de corte en la Doble Dosis de Álgebra
) +

),),),

Etapa 2: El efecto de tomar la DDA en los puntajes en álgebra
) +

),),),

Doble Dosis de Álgebra: Efecto promedio en el distrito

35

Dos tipos de efectos:

- Efectos de intención a tratar $\approx 0,15$ DE, $\text{Var}() = 0,055$

- Efecto promedio de los tratados $\approx 0,21$ DE, $\text{Var}() = 0,045$
 - El efecto del puntaje Δ del punto de corte en DDA fue de $0,72$, $\text{Var}() = 0,04$
 - i.e., Puntuar por debajo del punto de corte incrementa la probabilidad de tomar la Doble Dosis de Álgebra en 72%

- Las variaciones en los efectos de la Doble Dosis de Álgebra se asocian con el nivel de clasificación.

Mayores efectos en escuelas con organizaciones basadas en bajos niveles de habilidades

36

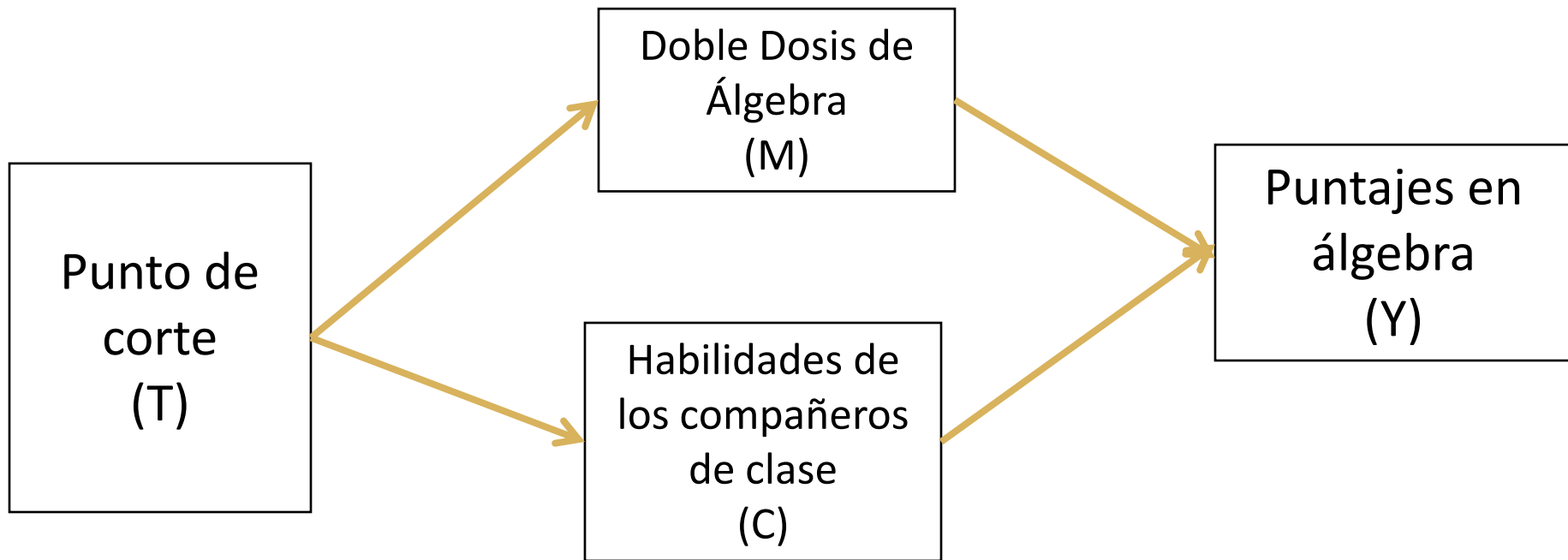
Efecto de la Doble Dosis de Álgebra sobre los puntajes en álgebra por nivel de organización (Unidad: DE)

	Nivel de organización		
	<u>Bajo</u>	<u>Promedio</u>	<u>Alto</u>
Intención de tratar	0,21	0,15	0,11
Efecto en tratados	0,29	0,23	0,14
Escuela (N)	19	19	22

Ahora se estima el efecto de tomar la Doble Dosis de Álgebra y la composición de compañeros en el salón de clase

Descomponiendo los efectos de la Doble Dosis de Álgebra (Modelo T-M-C-Y)

37



Estrategia de identificación

- RDD con 60 instrumentos (Escuela por punto de corte)
 - Tomar ventaja de la variabilidad en las escuelas sobre el efecto del punto de corte en DDA y en los compañeros

Modelos estadísticos

38

- Efecto de tomar la DDA y los compañeros de clase, usando 2SLS (efecto de los tratados)

Etapas 1: El efecto del puntaje del punto de corte en la DDA y la habilidad de los compañeros de clase

$$M_{ij} = \gamma_{0j} + \gamma_{1j}(T_{ij} - T_j) + \gamma_{2j}(X_{ij} - X_j) + \gamma_{3j}[(X_{ij} - X_j)^2 - S_j^2] + e_{ij},$$

$$C_{ij} = \alpha_{0j} + \alpha_{1j}(T_{ij} - T_j) + \alpha_{2j}(X_{ij} - X_j) + \alpha_{3j}[(X_{ij} - X_j)^2 - S_j^2] + \varepsilon_{ij},$$

$$\gamma_{0j} \sim N(0, \tau_{\gamma 0}^2), \gamma_{1j} \sim N(0, \tau_{\gamma 1}^2), \gamma_{2j} \sim N(0, \tau_{\gamma 2}^2), e \sim N(0, \sigma_e^2)$$

$$\alpha_{0j} \sim N(0, \tau_{\alpha 0}^2), \alpha_{1j} \sim N(0, \tau_{\alpha 1}^2), \alpha_{2j} \sim N(0, \tau_{\alpha 2}^2), \varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

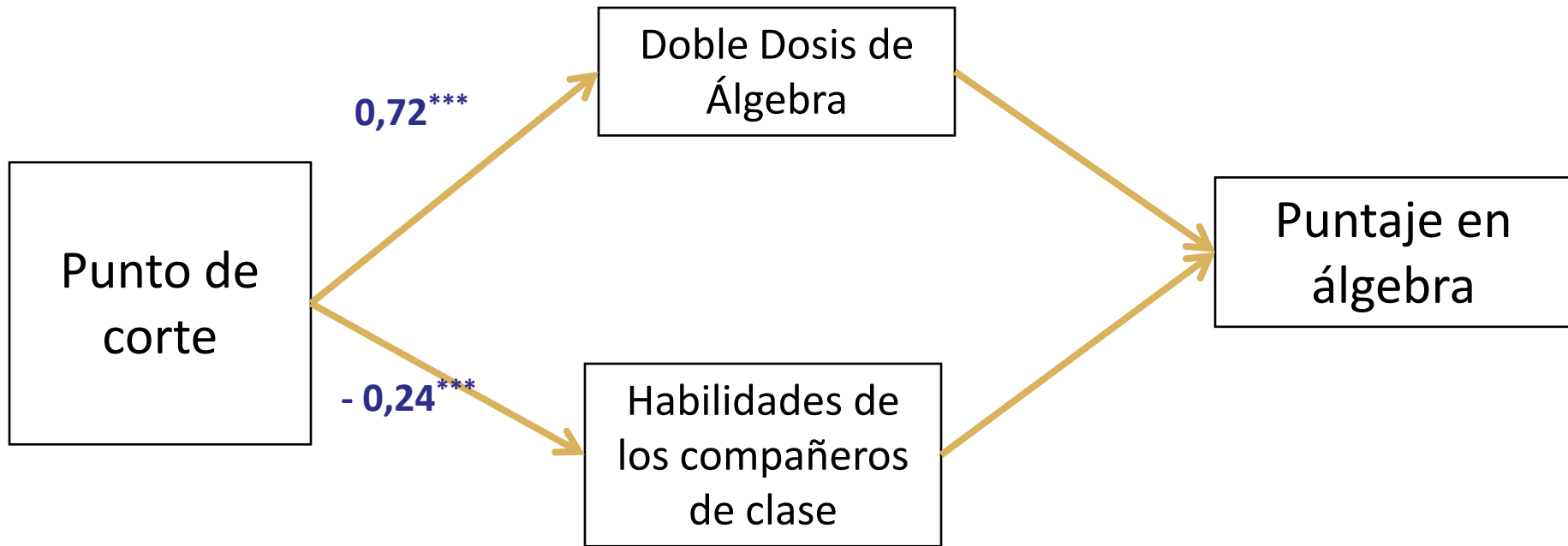
Etapas 2: El efecto de tomar DDA y la habilidad de los compañeros en las calificaciones en álgebra

$$Y_{ij} = \delta_{0j} + \delta_{1j}(M_{ij} - M_j) + \delta_{2j}(C_{ij} - C_j) + \delta_{3j}(X_{ij} - X_j) + \delta_{4j}[(X_{ij} - X_j)^2 - S_j^2] + v_{ij},$$

$$\delta_{0j} \sim N(0, \tau_{\delta 0}^2), \delta_{3j} \sim N(0, \tau_{\delta 2}^2), v \sim N(0, \sigma_v^2)$$

Descomponiendo los efectos de la Doble Dosis de Álgebra

39

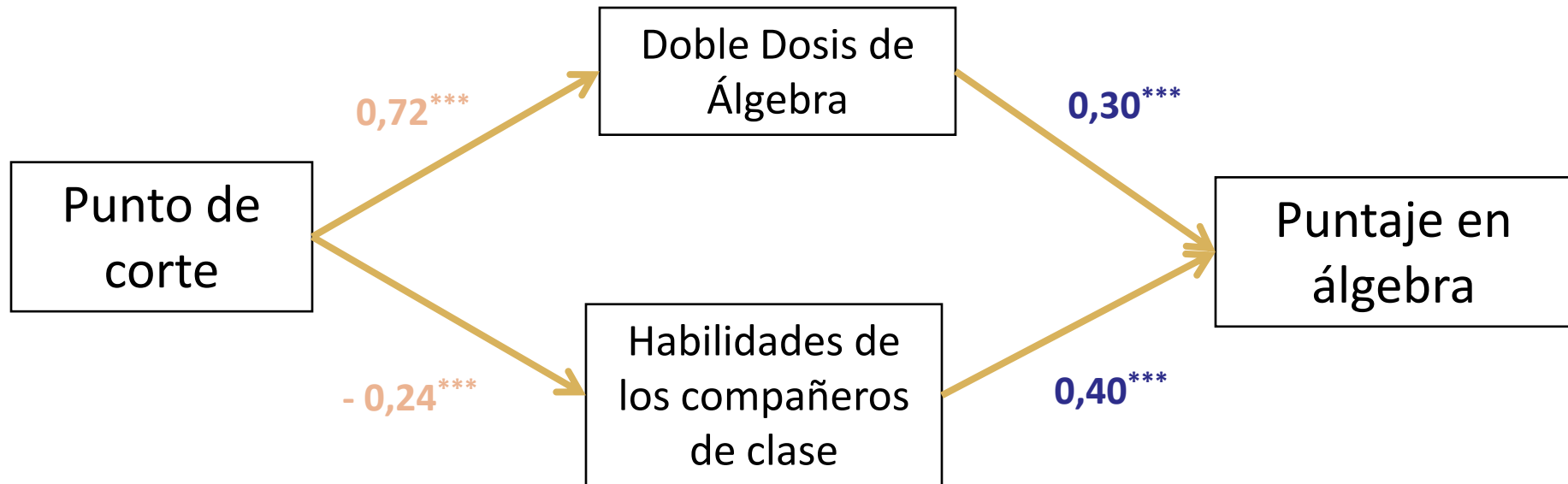


Estudiantes por debajo del punto de cobre tenían;

- Mayor probabilidad de tomar la DDA, en un 72 %
- Compañeros con bajos niveles de habilidad 0.24 DE, $\text{var}(\alpha \downarrow 1) = 0.05$
- Estos aspectos de implementación varían en las escuelas
 - $\text{Corr}(\gamma \downarrow 1j \downarrow, \alpha \downarrow 1j) \approx -0,27$

Descomponiendo los efectos de la Doble Dosis de Álgebra

40



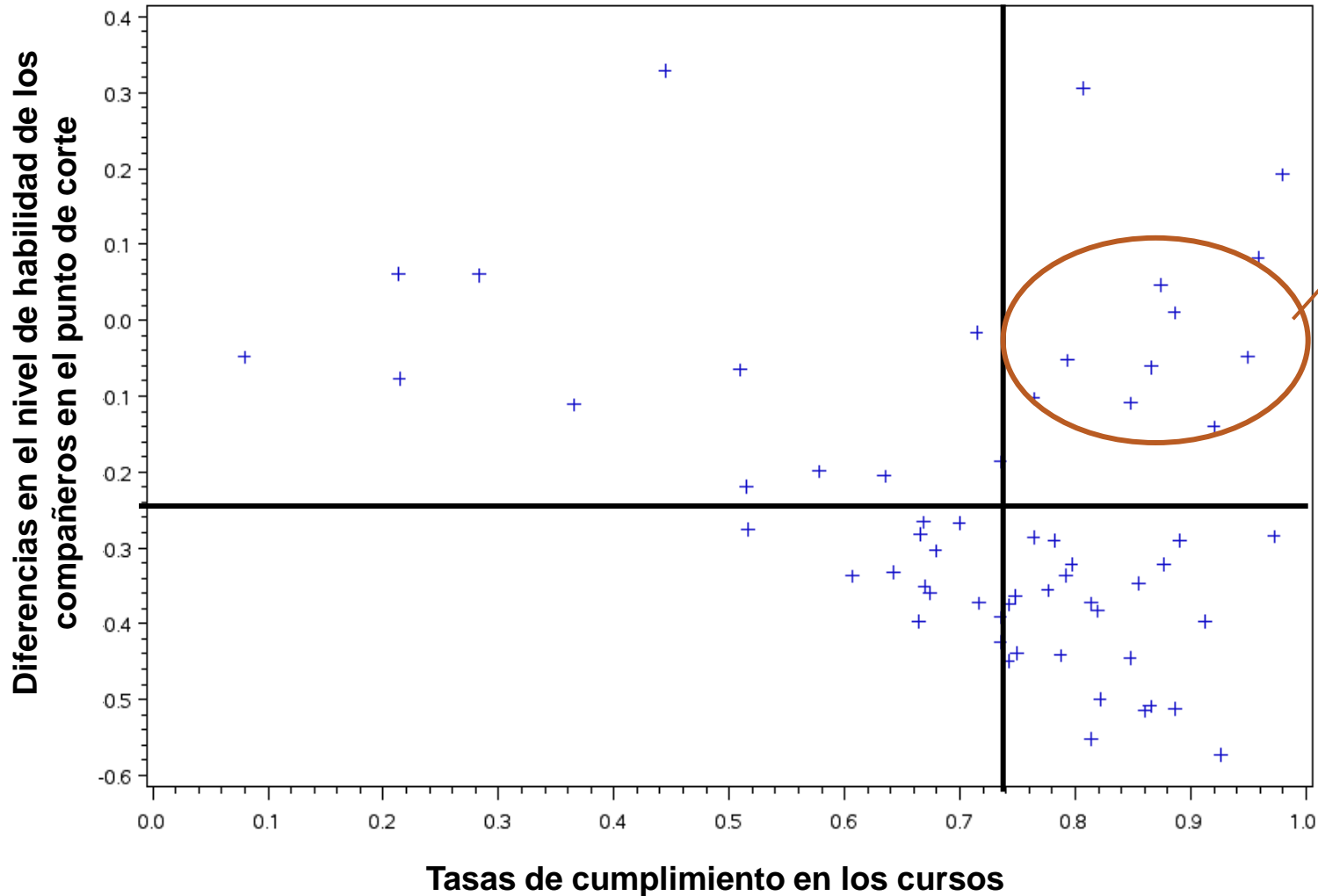
- La Doble Dosis en Álgebra incrementa los puntajes en 0,3 DE, manteniendo el nivel de habilidad de los compañeros de clase
- Tener compañeros con niveles de habilidad más altos, mejora los puntajes en las pruebas en 0,4 DE, controlando por los cursos de Doble Dosis de Álgebra
 - La política *disminuyó* los niveles de habilidad de los compañeros por debajo del promedio de los estudiantes

Resultados óptimos: Alto nivel de cumplimiento en los cursos sin clasificar²⁸

Efectos específicos al contexto:

Las tasas de cumplimiento en los cursos y el nivel de segregación basados en el nivel de habilidad varían entre las escuelas

41



Efectos más fuertes de la política

Verificaciones de especificación

42

- Verificación de forma funcional:
 - ▣ Implementar los mismos modelos de RDD usando cohortes antes de la aplicación de la política
 - No hay evidencia de discontinuidad
 - ▣ Los resultados son robustos con otras formas funcionales

¿Cómo la política de “Doble Dosis de Álgebra” afectó la enseñanza y el ambiente de aprendizaje en el salón de clases?

¿Cómo afectó la política de Doble Dosis de Álgebra la enseñanza?: Estudio en el distrito

44

Tiempo de enseñanza adicional y PD permitido:

- Mayor enfoque en habilidades fundamentales en álgebra
 - Fracciones, decimales y números positivos y negativos.
- Mayor flexibilidad en el ritmo de clase y el orden del contenido cubierto
- Mayor cobertura en el contenido.
- Prácticas de enseñanza más atractivas que minimizan el tiempo de las clases
 - Mayores preguntas abiertas, actividades en grupos pequeños, discusiones y explicaciones entre estudiantes.

¿Cómo afectó la política de Doble Dosis de Álgebra la enseñanza?: El estudio

45

Respuestas de los estudiantes por debajo del promedio en una encuesta sobre sus clases:

- ▣ Más demandantes
- ▣ Uso más frecuente de actividades educativas centradas en el estudiante
 - Fuertemente relacionado con las mejoras en los puntajes

-> Influye más el trabajo en clase que la habilidad de los compañeros

Pero la agrupación homogénea concentra estudiantes con problemas de comportamiento

- ▣ Más compañeros con largas ausencias y problemas de disciplina

¿Cómo afectó la política de Doble Dosis de Álgebra la enseñanza?: El estudio

46

Respuestas de los estudiantes por encima del promedio en una encuesta sobre sus clases:

- Mejor ambiente de clase debido a una mejora en las habilidades de sus compañeros, relacionadas con mejoras en los puntajes de las pruebas
 - ▣ Más demandante
 - ▣ Menor número de compañeros con problemas de comportamiento

- Mayores tasas de pérdida debido a cambios relativos en los niveles de habilidad

- No hay cambios en las prácticas de enseñanza

Observaciones finales

47

- Políticas curriculares enfocadas hacia estudiantes con bajo desempeño afectarían a todos los estudiantes
 - ▣ Importancia de la organización social
- La reforma de Doble Dosis de Álgebra mejoró la enseñanza en matemáticas para estudiantes con bajo nivel de habilidades, lo cual significó una gran ayuda
- La reforma también intensificó el ordenamiento de clases, generando inconvenientes
- En general, el efecto fue positivo, pero mucho mayor en escuelas que implementaron la Doble Dosis de Álgebra con niveles mínimos de ordenamiento de clases

Observaciones finales

48

- Estudiantes con un nivel de habilidades muy bajo (principalmente estudiantes de IEP) no se beneficiaron en la misma proporción de la Doble Dosis de Álgebra
 - ▣ Las clases de Doble Dosis de Álgebra eran más heterogéneas y grandes que las clases de matemáticas existentes antes de la implementación de la política
 - ▣ La política no provee una guía específica para estudiantes con discapacidades
 - ▣ Los profesores pueden no tener experiencia previa con estudiantes con discapacidades

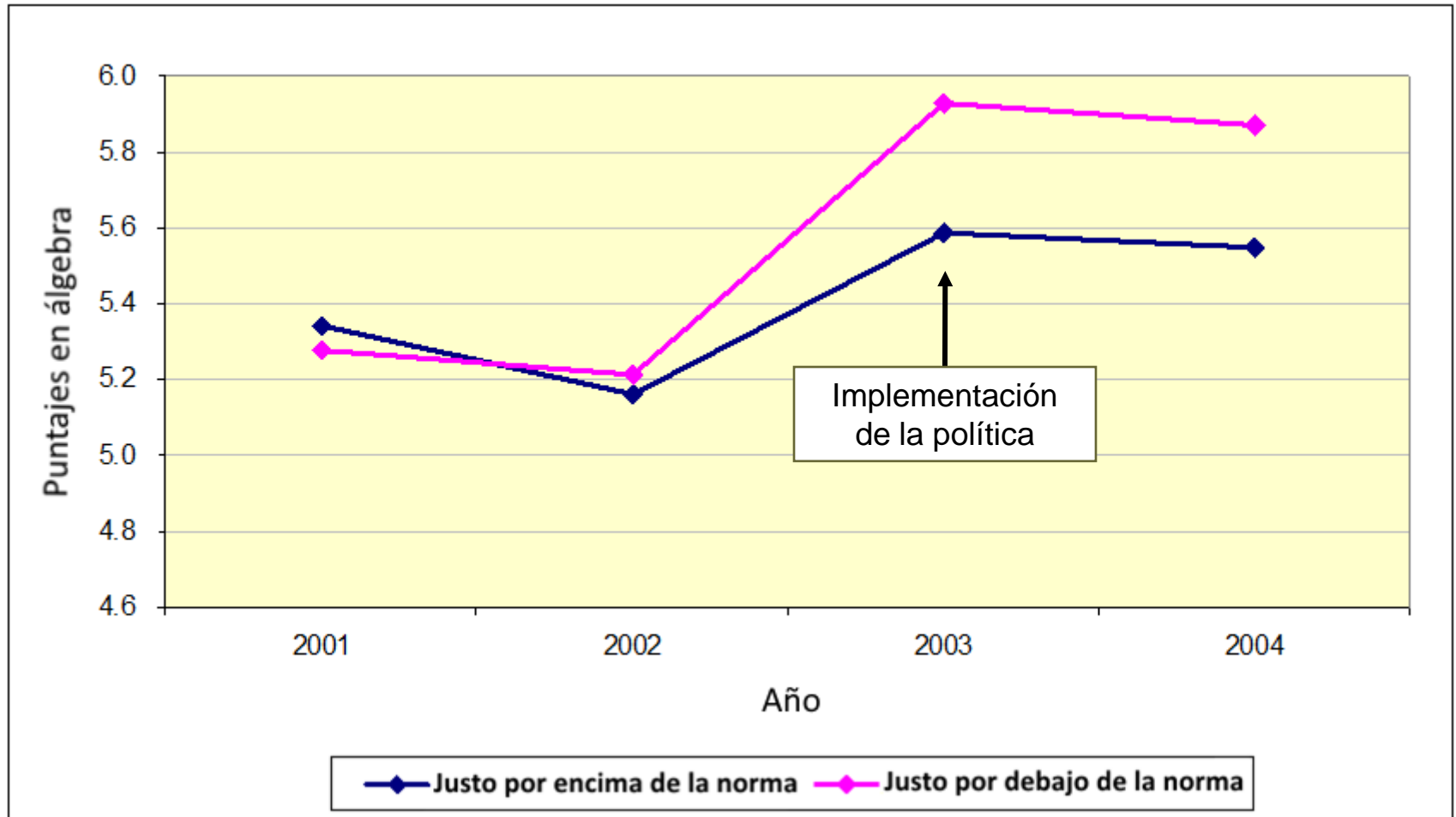
Recomendaciones

- Aumentar el apoyo a los profesores para mejorar el seguimiento y soporte a estudiantes con discapacidades o proveer una enseñanza especializada a dichos estudiantes

Gracias

Resultados

Efectos de la inscripción en Doble Dosis de Álgebra sobre los puntajes de álgebra



Efectos específicos del contexto:

Las tasas de cumplimiento en los cursos y la segregación generada en los niveles de habilidades varían en las escuelas

51

