

# IV Jornadas de enseñanza de las matemáticas en Navarra

23 y 24 de octubre 2015

## Matemática en PISA 2012: predicción del bajo rendimiento en función de la asistencia a Educación Infantil

Dra. Esperanza Bausela Herreras  
Departamento de Psicología y Pedagogía  
Área de Psicología Evolutiva y de la Educación  
Universidad Pública de Navarra

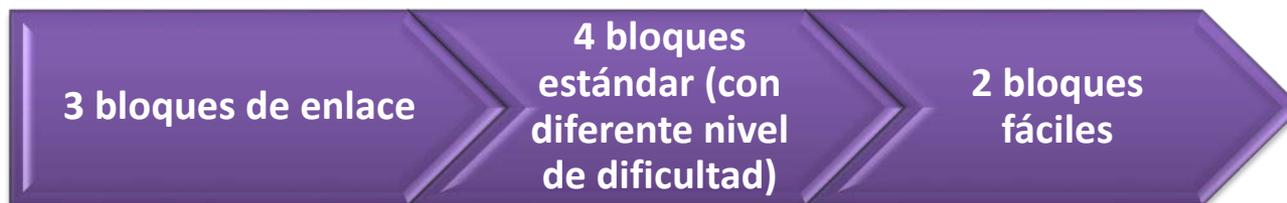
- 0 • **Justificación**
- 1 • **Introducción: Matemáticas, Educación Infantil y Matemáticas y asistencia a Educación Infantil**
- 2 • **Objetivos**
- 3 • **Hipótesis y variables de investigación**
- 4 • **Metodología**
- 5 • **Análisis de datos**
- 6 • **Resultados**
- 7 • **Conclusiones y discusiones**
- 8 • **Referencias bibliográficas y bibliografía**



# Justificación (0.1)

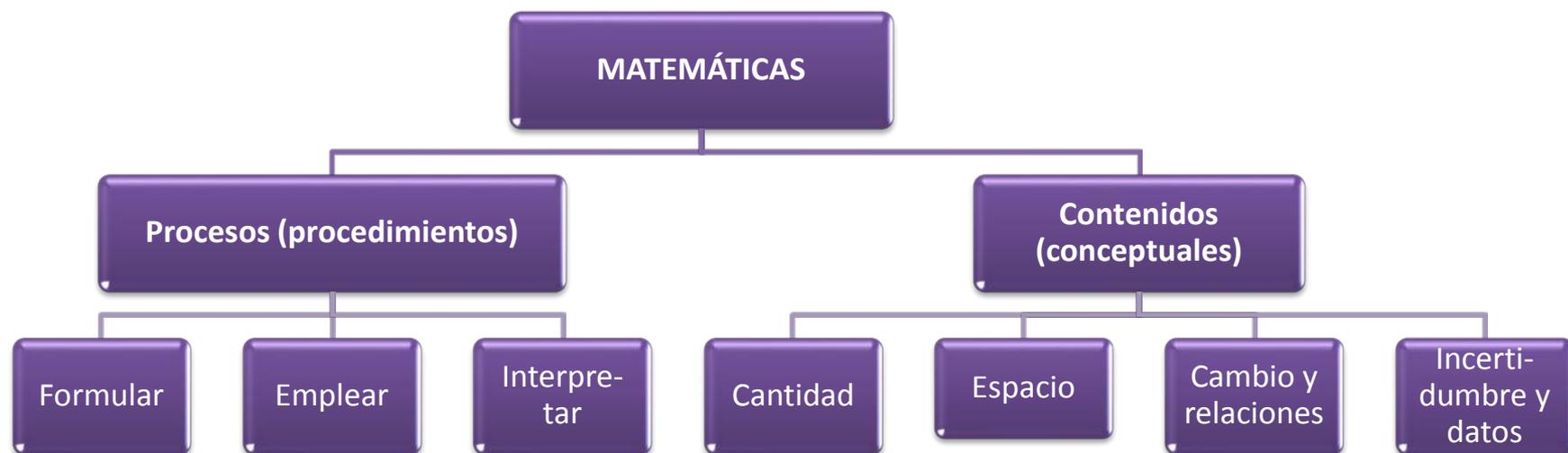
- En cada edición de PISA el **foco de interés** hacia las competencias **varía y se complementa** con la versión de evaluación en formato **digital**.
- En **2012** el foco de interés se centra en la **Competencia en Matemáticas** que consta de **9 bloques de preguntas**:

(\*) En el caso de España, no se han aplicado los 2 bloques fáciles



# Justificación (0.2)

- **Operacionalización** de la competencia matemática en PISA 2012



# Matemáticas (1.1)

- **Aspectos a destacar:**
  - Las matemáticas incluyen un **sistema de reglas** que permiten realizar correctamente determinado cálculos.
  - Sin embargo, el aspecto fundamental de las matemáticas no es el cálculo, sino el **razonamiento matemático**.
  - Las matemáticas se han constituido en el lenguaje común de la ciencia teniendo un papel muy **relevante desde el punto de vista social, tecnológico y económico**.

# Educación Infantil (1.2)

- La educación infantil abarca todas las formas de organización y actividades desarrolladas en la escuela diseñadas para **fomentar el aprendizaje y el desarrollo emocional y social en el niño.**
- Se oferta a partir de los 3 años.
- Es una etapa que tiene como objetivo **reducir las desigualdades** en la preparación para la escuela relacionada con el entorno familiar de los estudiantes.
- En los países de la OCDE los alumnos que asistieron a educación infantil suelen venir de **contextos más favorecidos** que aquellos que no lo hicieron

# Matemáticas y asistencia a EI (1.3.1)

- El rendimiento temprano en matemáticas es un **indicador altamente predictivo** del rendimiento posterior en matemáticas (Jordan, Glutting y Ramineni, 2010; Grissmer *et al.*, 2013; Mazzocco y Thompson, 2005; Taskin y Tugrul, 2014).
- En los propios estudios PISA (INEE, 2015) se observan **diferencias significativas entre los estudiantes que asistieron a Educación Infantil y los que no lo hicieron** (existiendo diferencias entre las distintas CC.AA).

# Matemáticas y asistencia a EI (1.3.2)

- Así, a título de ejemplo, **los niños que asisten a centros de Educación Infantil**:
  - Cascio (2004) obtienen que la asistencia a Educación Infantil **reduce el riesgo de repetir** (no promoción) a lo largo de su vida académica.
  - Destacan en comparación con los niños que no asisten a una enseñanza formal en la “tareas de día y noche”, siendo ésta una tarea que evalúa la **inhibición conductual** y que está implicada en la **resolución de problemas** (Gerstadt, Hong y Diamond, 1994).

# Matemáticas y Funciones ejecutivas (1.4.1)

- Verdine *et al.* (2014) muestran como resultado de una ecuación de regresión jerárquica que las **funciones ejecutivas y las habilidades especiales** predicen el 70% de la varianza del **rendimiento en matemáticas**.
- Las funciones ejecutivas son responsable de la **flexibilidad y del comportamiento adaptativo**, siendo consideradas predictivos y responsables del **rendimiento en matemáticas** (ver Bull, Espy y Wiebe, 2008; St. Clair-Thompson y Gathercole, 2006)

# Matemáticas y Funciones ejecutivas (1.4.2)

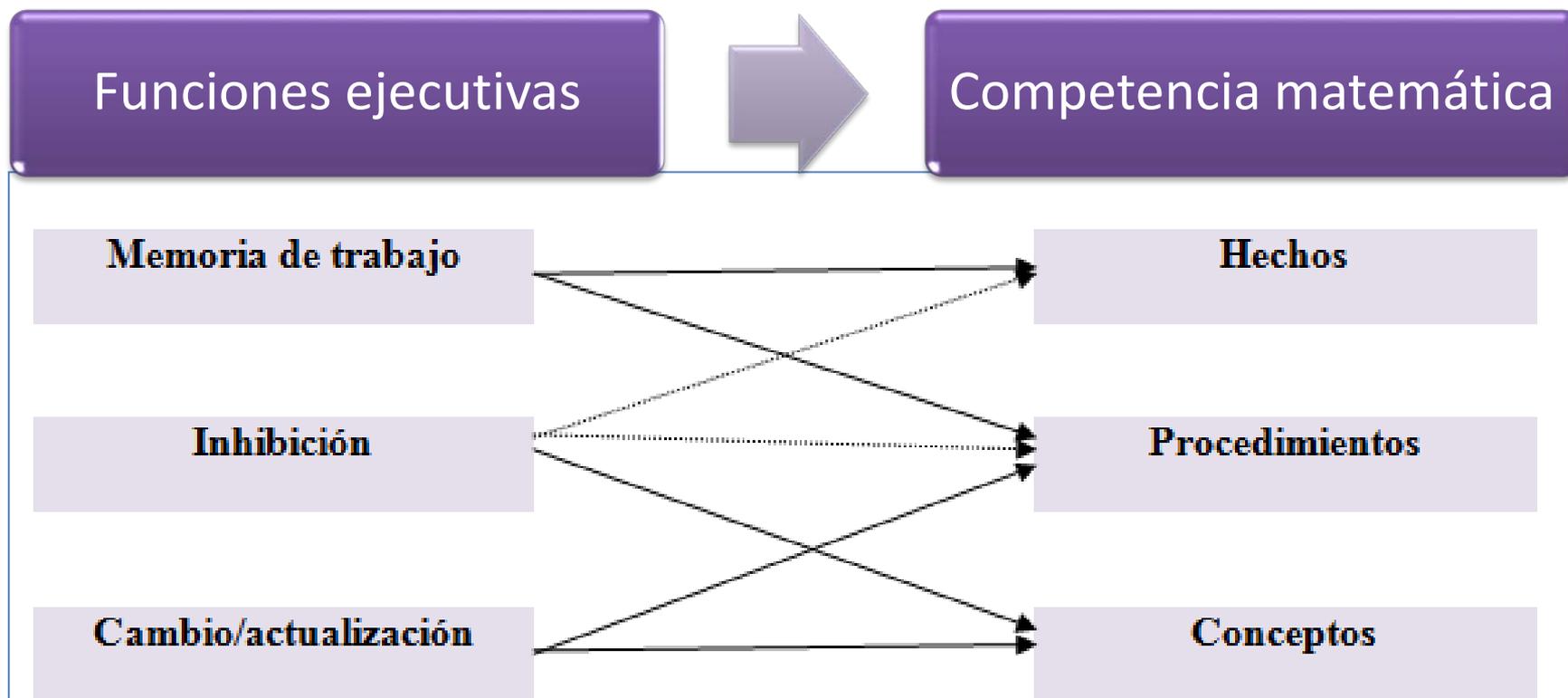


Figura 1. Modelo teórico que predice las relaciones entre las funciones ejecutivas y los componentes del conocimiento matemático (tomado de Cragg y Gilmore, 2014).

# Objetivos (2)

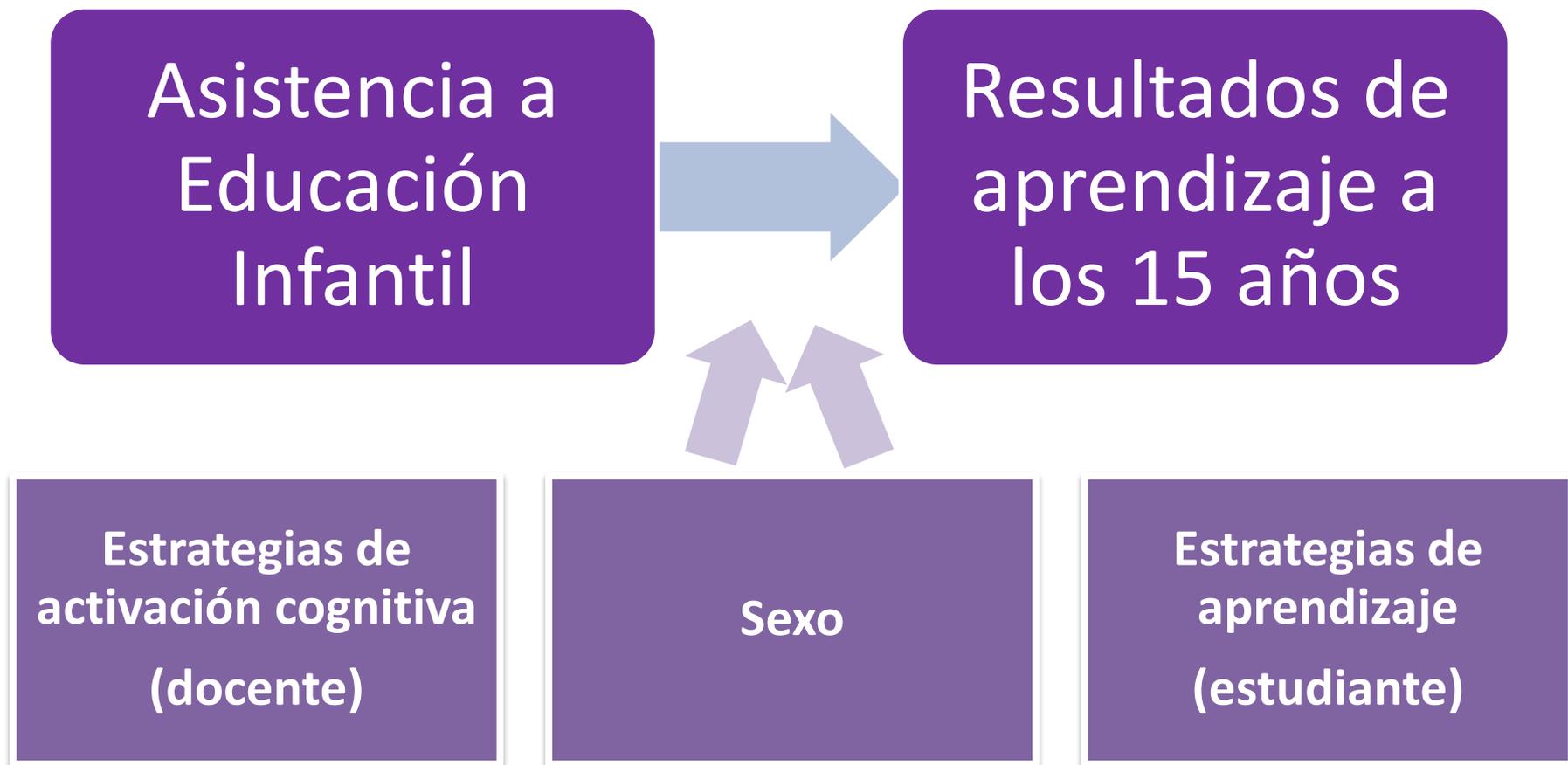
- Examinar en qué medida el rendimiento en matemáticas de los alumnos de enseñanza obligatoria de PISA 2012 puede ser explicado y anticipado por asistencia a **Educación Infantil, sexo y variables de naturaleza cognitiva-ejecutiva** (estrategias de activación cognitiva y estrategias de aprendizaje).

# Hipótesis y variables de investigación

## (3.1)

- **Hipótesis nula [HO.1]:** Escolares que han asistido a Educación Infantil y escolares que no han asistido a Educación Infantil NO tienen el mismo riesgo y/o probabilidad de tener bajo rendimiento académico en la competencia matemática evaluada en PISA 2012.
- **Hipótesis alternativa [H1.1]:** Escolares que han asistido a Educación Infantil y escolares que no han asistido a Educación Infantil tienen el mismo riesgo y/o probabilidad de tener bajo rendimiento académico en la competencia matemática evaluada en PISA 2012.

# Hipótesis y variables de investigación (3.2)



# Hipótesis y variables de investigación (3.3)

Variables	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Sexo			
Asistencia a Educación Infantil			
Estrategia activación cognitiva			
Estrategias de aprendizaje			

# Metodología (4)

- **Metodología** → Ex – post - facto o no experimental.
- **Diseño comparativo – causal** → Comparar el riesgo y la probabilidad que hombres y mujeres tienen de tener bajo rendimiento en función de determinadas **variables predictoras** →
  - **Sexo**
  - **Variables de naturaleza cognitiva-ejecutiva:**
    - Estrategias de activación cognitiva (docente)
    - Estrategias de aprendizaje (estudiante)

# Muestra (4.1.1)

- En el caso de España (objeto del presente estudio) la muestra está constituida por **24.932 jóvenes** de **15 años y 902 centros educativos**.
- La técnica de muestreo utilizada es **bietápico por conglomerados**.
  - Primero se seleccionan un número de centros educativos.
  - Luego se escogen a unos 35 alumnos de cada centro educativo.
- Es una **muestra equilibrada en relación al sexo**, aunque existe un porcentaje superior de mujeres que hombres.

# Muestra (4.1.2)

- La muestra generadora de datos (**24.932 escolares**) ha sido asignada a **dos grupos** en función del nivel del rendimiento en las tres competencias de PISA 2012:
  - **Bajo Rendimiento en matemáticas (BR)** → Nivel 1
  - **No Bajo Rendimiento en matemáticas (NBR)** → Niveles 2-6.
- Hemos optado por el **Nivel 1 e inferior**, ya que son los estudiantes que se encuentran por debajo del **percentil 10**.

# Muestra (4.3)

Variables	Rendimiento Bajo en matemáticas	
	No	Si
<b>Sexo</b>		
Mujer	80,2%	19,8%
Hombre	81,9%	18,1%
<b>Asistencia a Educación Infantil</b>		
Si	82,5%	17,5%
No	64,2%	35,8%
Otro	46,9%	53,1%

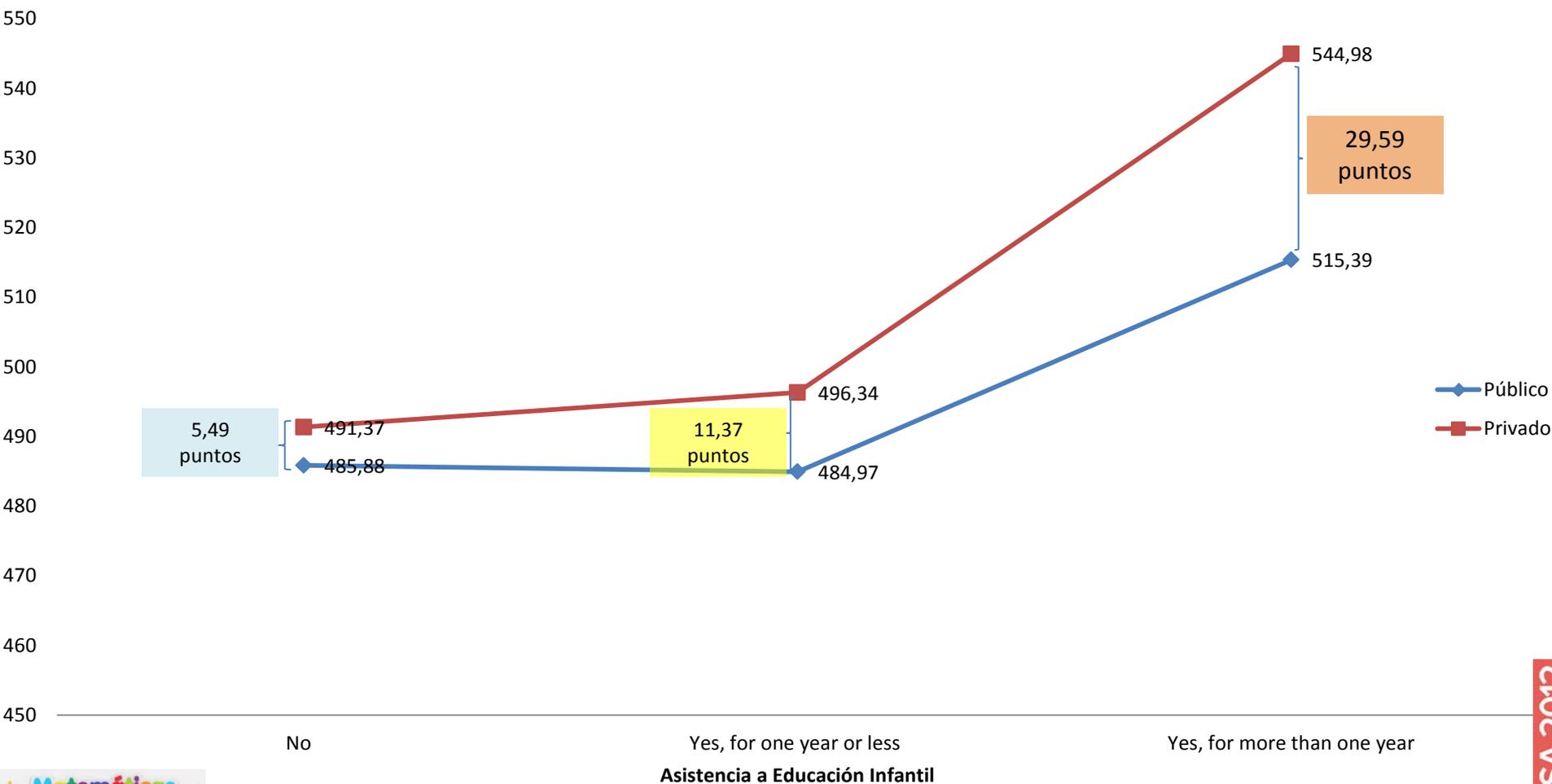
[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Análisis descriptivos: Matemáticas y asistencia a EI (5.1.1)

- En la Comunidad Foral de Navarra los resultados obtenidos en esta competencia indican **discrepancias en los resultados**:
  - Rendimiento superior de los estudiantes que asistieron a **centros privados versus centros públicos**.
  - Rendimiento superior de los estudiantes que asistieron **más de un año** en comparación con los que **no asistieron**.

# Análisis descriptivos: Matemáticas y asistencia a EI (C.F. Navarra) (5.1.2)

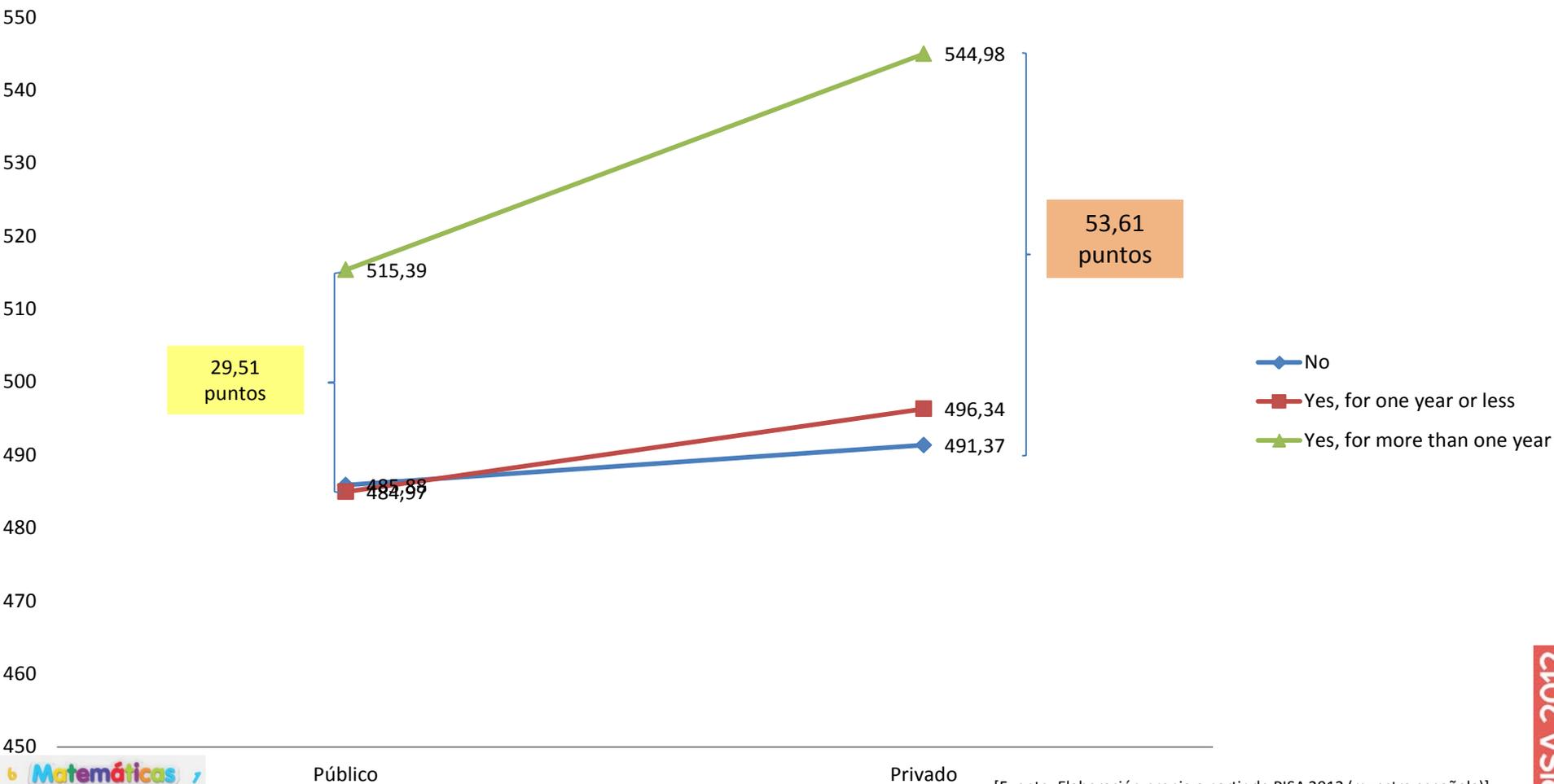
Rendimiento en Matemáticas Pisa 2012



[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Análisis descriptivos: Matemáticas y asistencia a EI (C.F. Navarra) (5.1.3)

Rendimiento en Matemáticas Pisa 2012



[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Análisis inferenciales bivariados: ANOVA (5.2)

Variables	F	Sig.
Asistencia a Educación Infantil	203,66	,000**
Sexo	,758	,384 n.s.
<b>Estrategias de aprendizaje activo (docente)</b>		
Animar a los profesores a problemas reflexivos	10,601	,000**
Dar problemas que requieren pensar	8,345	,000**
Pedir aplicar sus propios procedimientos	27,004	,000**
Presentar problemas con soluciones no obvias	20,056	,000**
Presentar problemas en diferentes contextos	46,250	,000**
Aprender de los errores	8,397	,000**
Pedir explicaciones	32,346	,000**
Aplicar lo que hemos aprendido	65,249	,000**
Problemas con múltiples soluciones	4,959	,001**
Animar a los profesores a problemas reflexivos	101,803	,000**
<b>Estrategias de aprendizaje (estudiante)</b>		
Partes importantes vs. Conocimientos previos vs. Aprender de	180,487	,000**
Mejorar comprensión vs. Distintos modos de encontrar respuesta vs.	24,623	,000**
Otros temas vs. Objetivos de aprendizaje vs Ensayar Problemas	5,046	,006*
Repetir Ejemplos vs. Aplicaciones cotidianas vs. Más información	26,018	,000**

## Log (5.3)

- Se optó por un **análisis de regresión logística binaria**.
- En nuestros modelos la variable dependiente es  $Y=1$  (Bajo rendimiento) y  $Y=0$  (No bajo rendimiento) en la competencia matemática de PISA 2012.
- Se parte de la ecuación general para la regresión logística binaria general:

$$\text{Logit}(Y) = \text{Log} \left[ \frac{P(Y = 1)}{P(Y = 0)} \right] = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K$$

# Resultados (6.1)

- En los tres modelos, la **no asistencia a Educación Infantil aumenta** significativamente el riesgo de tener bajo rendimiento en matemáticas:



Modelos	$\beta$	p
I. Activación cognitiva	0,963	<0,01
II. Estrategias de aprendizaje	0,956	<0,01
III. Simple	0,056	<0,05

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Resultados (6.2)

- En los tres modelos, **ser hombre disminuye el riesgo** de tener bajo rendimiento en matemáticas:



Modelos	$\beta$	p
I. Activación cognitiva	-0,13	<0,01
II. Estrategias de aprendizaje	-0,182	<0,01
III. Simple	-0,12	<0,01

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Resultados (6.3)

- En relación al **uso de estrategias de activación cognitiva (docente)**, los datos nos indican que **no utilizar** las siguientes **aumenta** el riesgo de tener bajo rendimiento en competencia 

Modelo I (activación cognitiva)	$\beta$	p
Problemas con múltiples soluciones	0,509	0,01
Aplicar lo que hemos aprendido	0,275	0,01
Presentar problemas en diferentes contextos	0,173	0,05
Presentar problemas con soluciones no obvias	0,197	0,01

# Resultados (6.4)

- Respecto a las **estrategias de aprendizaje (estudiante)**, se obtiene que **aumentan el riesgo** de tener bajo rendimiento en la



Modelo II (Estrategias de Aprendizaje)	$\beta$	p
Partes importantes vs. Conocimientos previos vs. Aprender de memoria (de memoria)	0,532	<0,01
Otros temas vs. Objetivos de aprendizaje vs Ensayar Problemas (muy importante)	0,065	<0,1
Repetir ejemplos vs. Aplicaciones cotidianas vs. Más información (de memoria)	0,107	<0,05

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

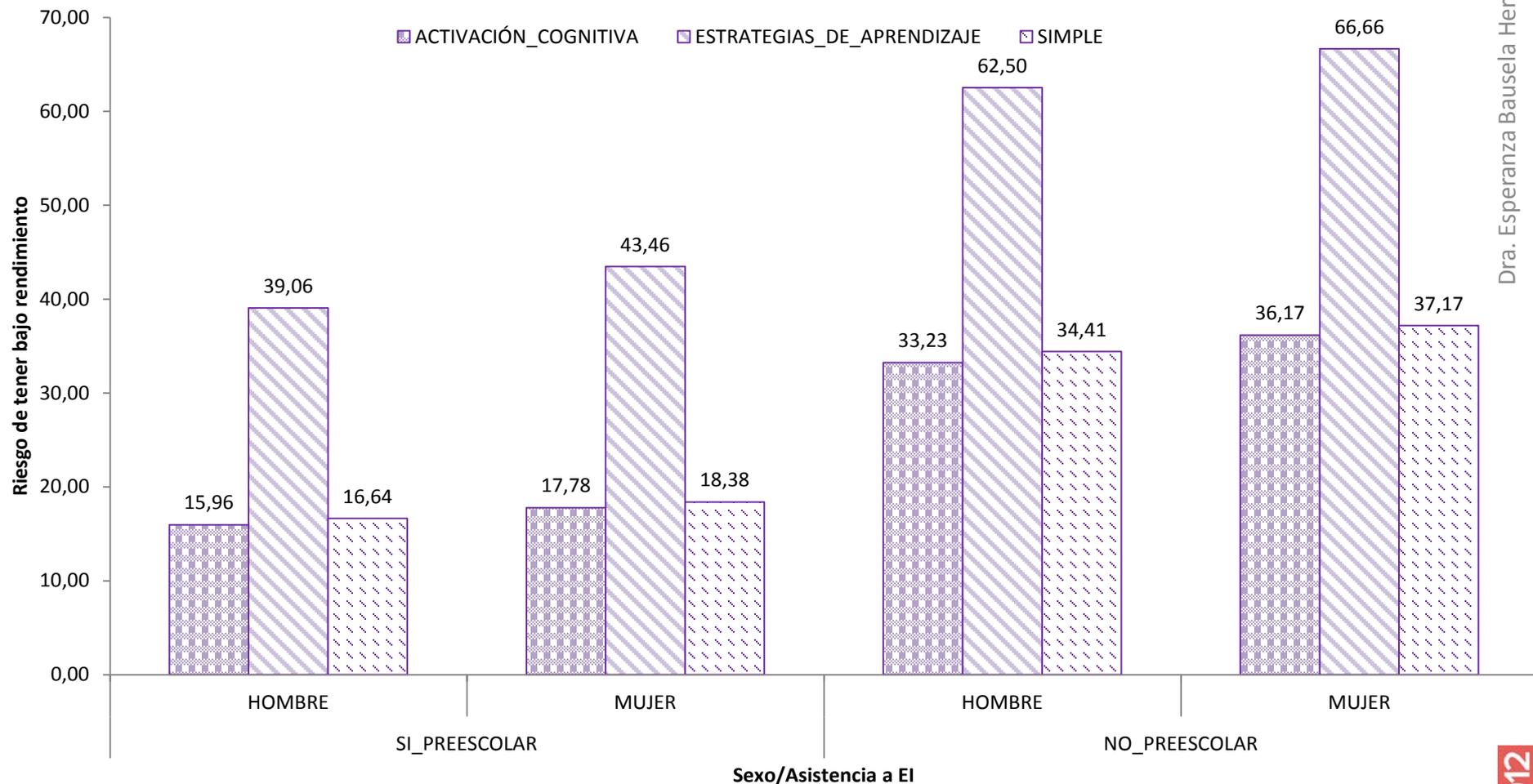
# Resultados (6.5)

- Probabilidad y riesgo de tener bajo rendimiento en función de la **asistencia o no a Educación Infantil** en los tres modelos en **hombres y en mujeres:**

Modelos	Si asistencia a Educación Infantil		No asistencia a Educación Infantil	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Activación cognitiva	15,96%	17,78%	33,23%	36,17%
Estrategias de aprendizaje	39,06%	43,46%	62,50%	66,66%
Sin estrategias	16,64%	18,38%	34,41%	37,17%

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Resultados (6.6)



Dra. Esperanza Bausela Herreras

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

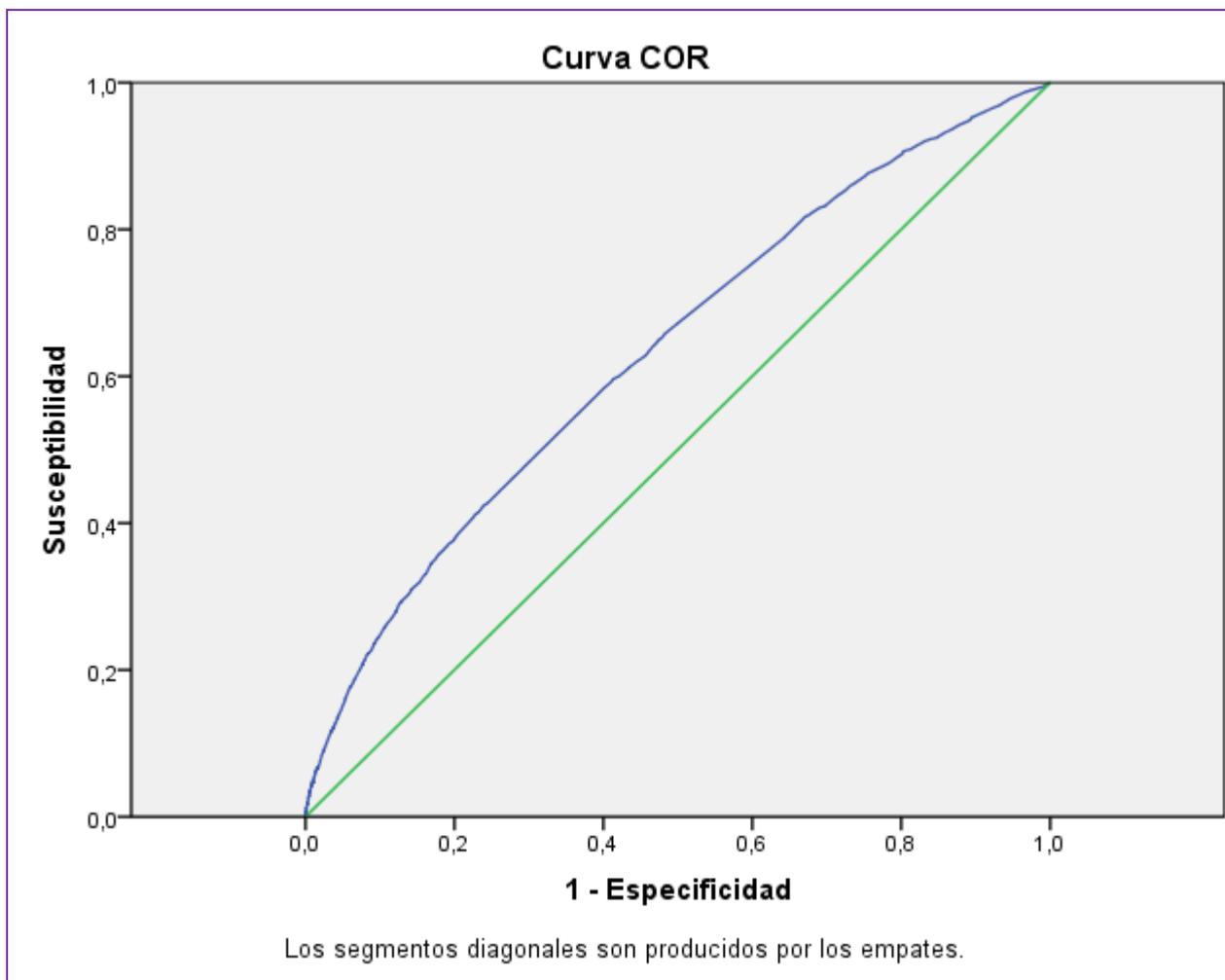
# Resultados(6.7.1)

- **Capacidad predictiva** de los tres modelos, siendo el modelo relacionado con el empleo de **estrategias de aprendizaje** predictivas el que tiene una mayor capacidad predictiva:

MODELOS	MODELO 1: Activación Cognitivas	MODELO 2: Estrategias de aprendizaje	MODELO 3: Simple
Área bajo la curva	,585**	,634**	,558**
Casos positivos	4732	4732	4732
Casos negativos	20200	20200	20200

[Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2012 (muestra española)]

# Resultados (6.7.2)



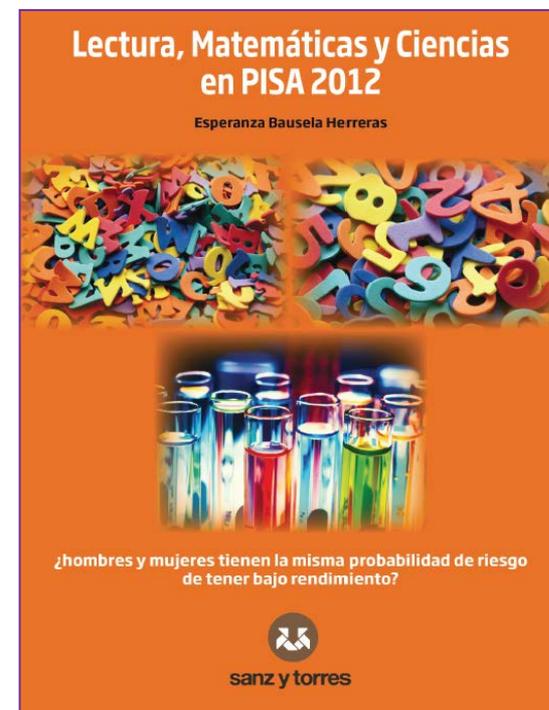
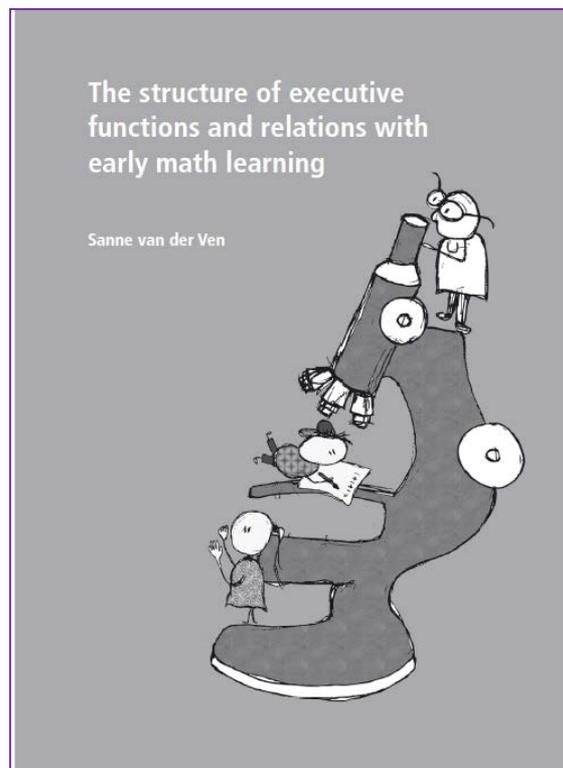
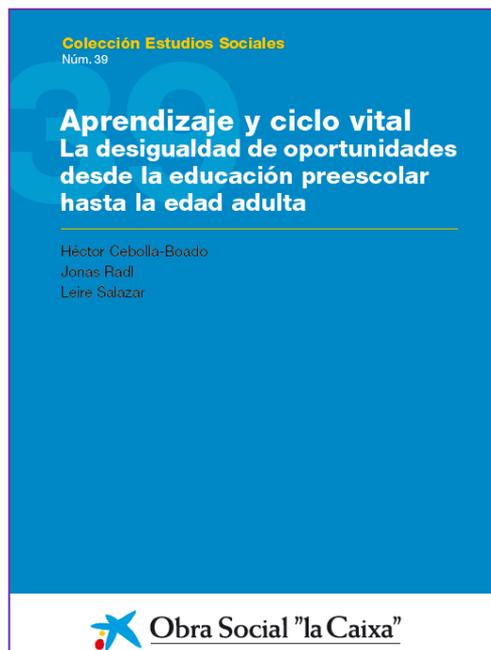
# Conclusiones y discusiones (7)

- Nuestros datos, al igual que los aportados por otras investigaciones (Cleary y Chen, 2009; INEE 2015; Hidalgo y García Pérez, 2011) sugieren que el **riesgo de tener bajo rendimiento en la competencia matemática** se reduce en función de si el estudiante ha cursado Educación Infantil o no y en **otras variables:** función de sexo y estrategias cognitivas y ejecutivas.
- Como **sugerencias** se estima necesario apostar por:
  - **Incrementar las tasa de matriculación** de todos los estudiantes y – particularmente - entre los escolares **más desfavorecidos**
  - Potenciar el **desarrollo de estrategias** de activación cognitiva y estrategias de aprendizaje (variables moduladoras del rendimiento) y una **atención individualizada** perfil de escolares.

# Referencias bibliográficas (8.1)

- Areepattamannil, S. (2014). International note: what factor are associated with Reading, mathematics, and science literacy of Indian adolescents? A multinivel examination. *Journal of Adolescence*, 37(4), 367-372. doi: 10.1016/j.adolescence.2014.02.007
- Cragg, L. y Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 63-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001>.
- Gilmore, C. y Cragg, L. (2014). Teacher`s understanding of the role of executive functions in maths. *Mind, Brain, and Education*, 8(3), 132–136. doi: 10.1111/mbe.12050
- Hidalgo, M. y García Pérez, J.I (2011). Impacto de la asistencia a Educación Infantil sobre los resultados académicos del estudiante en Primaria. En MEC y OCDE (Ed.): PIRLS-TIMSS 2011, *Estudio Internacional de progreso en comprensión lectora, matemáticas y ciencias. Informe español. Volumen II: Análisis Secundario* (págs. 83-113). Madrid: MEC y OCDE.
- Swanson, H.I., Harris, K.R. y Graham, S. (2014). *Handbook of learning disabilities*. Nueva York. The Guildford Press.
- INEE (2015). *Asistencia a la Educación Infantil y rendimiento en matemáticas*. El caso de las CC.AA. españolas. *Pisa in Focus*, 5.
- Kohli, N., Sullivan, A.L., Sadeh, S. y Zoplouglu, C. (2015). Longitudinal mathematics development of students with learning disabilities and students without disabilities: A comparison of linear, quadratic, and piecewise linear mixed effects models. *Journal of School Psychology*, 53, 105-120. doi:10.1016/j.jsp.2014.12.002
- Sasser, T.R., Bierman, K.L. y Heinrichs, B. (2015). Executive functioning and school adjustment: The mediational role of pre-kindergarten learning-related behaviors. *Early Childhood Research Quarterly* 30, 70–79. doi:10.1016/j.ecresq.2014.09.001
- Taskin, N. y Tugrul, B. (2014). Investigation preschool teacher candidates’ mathematics literacy self-sufficiency beliefs in various variables. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3067-3071. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.708
- Van der Ven, S. (2011). *The structure of executive functions and relations with early math learning*. Utrecht: Labor Grafimedia BV.
- Verdine, B.N. et al. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology* 126, 37–51. doi:10.1016/j.jecp.2014.02.012

# Referencias bibliográficas (8.2)



# Gracias por su atención

Dra. Esperanza Bausela Herreras Dk.  
Universidad Pública de Navarra (UPNA)  
Departamento de Psicología y Pedagogía  
Área de Psicología Evolutiva y de la Educación  
Campus de Arrosadía  
Edificio de los Magnolios  
C.P. 31006 Pamplona (Iruña)  
Tel. +34 948 169857  
Fax. +34 948 169169  
[esperanza.bausela@unavarra.es](mailto:esperanza.bausela@unavarra.es)  
<http://www.unavarra.es/>

