

Modelos Mentales de la dinámica interna de la Tierra en estudiantes de Chile: implementación con estrategias para la enseñanza de Ciencias de la Tierra

Kasandra Navarrete L. – Claudia Vergara D. y Carolina Parraguez M.

Universidad Alberto Hurtado

Chile tiene un interés sumamente urgente en educar a sus ciudadanas y ciudadanos sobre la magnitud y las causas de los **riesgos geológicos que afectan a la población**.

Es fundamental que sus habitantes comprendan cómo es nuestro planeta, cómo se formó y, por lo tanto, cómo funciona la **dinámica terrestre**.

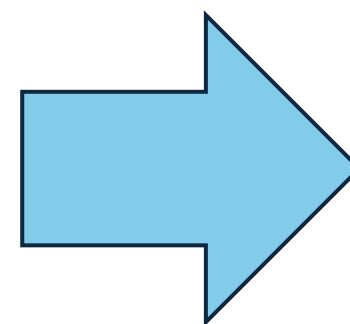
Esto contribuirá a formar ciudadanas y ciudadanos con conocimientos científicos que puedan **tomar decisiones responsables e informadas**, que les permitirá estar mejor preparados para vivir en el límite de una placa tectónica activa.



Se entienden como representaciones internas que las personas construyen para describir, explicar y predecir fenómenos del mundo real (Johnson-Laird, 1983).

Se desarrollan a partir de la experiencia, el conocimiento previo y la interacción con el entorno, y guían el razonamiento y la toma de decisiones, influyendo así en el modo de actuar de una persona (Johnson-Laird y Ragni, 2024).

Reflejan la construcción interna de conocimientos intuitivos y científicos que se fusionan en esquemas sintéticos o fragmentados, como describieron Vosniadou y Brewer (1992).



En el contexto de la Educación Científica, los modelos mentales ayudan a comprender cómo las y los estudiantes interpretan conceptos abstractos, como la estructura interna de la Tierra.

Existen muchas concepciones alternativas sobre los procesos de la Tierra entre estudiantes de todas las edades, desde la educación primaria hasta la secundaria (King, 2000, 2008).

Las representaciones de los estudiantes de primaria de la estructura interna de la Tierra a menudo se simplifican y se basan en conceptos erróneos o conceptos incompletos.

Diferentes estudios han utilizado esta herramienta para evaluar la comprensión de conceptos científicos en estudiantes de primaria a universidad, mostrando diferentes niveles de conceptualización y complejidad en las representaciones visuales generadas.

El uso de dibujos ha demostrado ser una estrategia efectiva para levantar y analizar estos modelos mentales y su complejidad interna

¿Por qué es relevante este estudio?



Podemos comprender mejor los modelos mentales o concepciones alternativas que los estudiantes tienen con respecto a estos conceptos.

Podemos reorientar nuestra enseñanza hacia el logro de un cambio conceptual y una comprensión más profunda.

Según Vosniadou et al. (2008), muchas de estas representaciones son modelos sintéticos "formados a medida que las y los estudiantes integran la información científica a sus conocimientos previos pero a menudo incompatibles con dicha información, sin una toma de conciencia metaconceptual”.

¿Cómo cambian los modelos mentales sobre la dinámica interna de la Tierra en estudiantes chilenos de 4°, 7° básico y III° medio, después de una secuencia didáctica con estrategias para la enseñanza de la Tierra?

Metodología

Estudio cuantitativo – diseño cuasi experimental, con tipo pre y post test, sin grupo control.

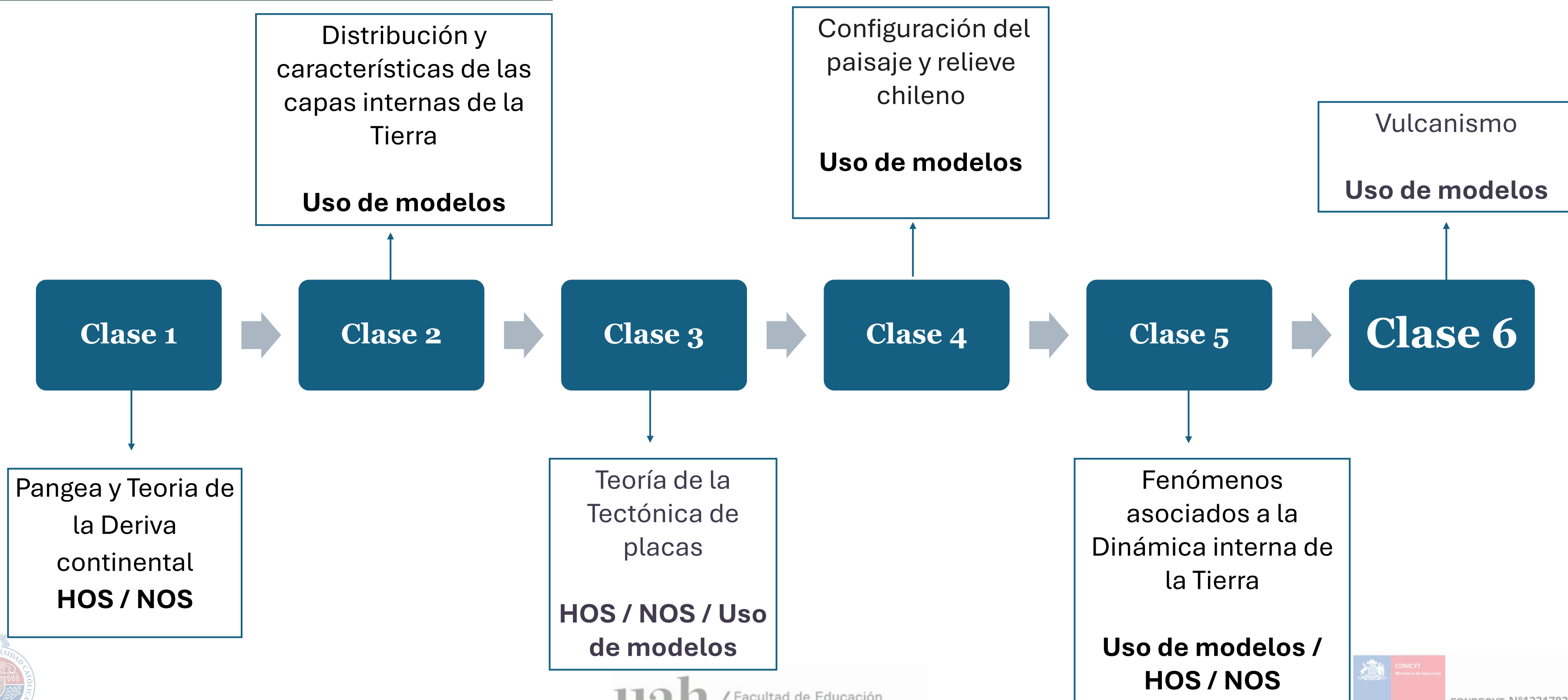
Participantes

267 estudiantes de 4°, 7° y III° medio / seis colegios de Santiago y Valparaíso (51 - 4°, 172 - 7°, 44 - III° medio).

Instrumento

Sobre el conocimiento en Ciencias de la Tierra previamente validado, cuya primera pregunta les pide explícitamente **que dibujen las capas de la Tierra e indiquen la ubicación del magma** (Vergara et al., 2020).

Clases de 90 min.





Análisis de dibujos

Usamos una rúbrica basada en el estudio Vosniadou et al. (2004, 2008) y Capps et al. (2013) elaborada en Vergara et al., (2025), lo que permite identificar los diferentes modelos que tienen los estudiantes sobre cuáles son las capas de la Tierra, cómo están ubicadas y dónde ubican el magma en la Tierra.

Cada dibujo fue analizado por dos investigadoras de manera independiente y las diferencias en las codificaciones fueron resueltas por una tercera investigadora.

Para evaluar los cambios significativos entre los modelos mentales pre y post, se realizó:

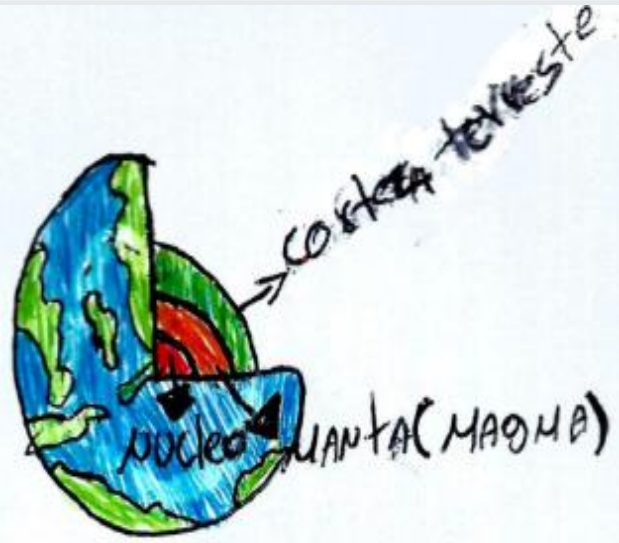
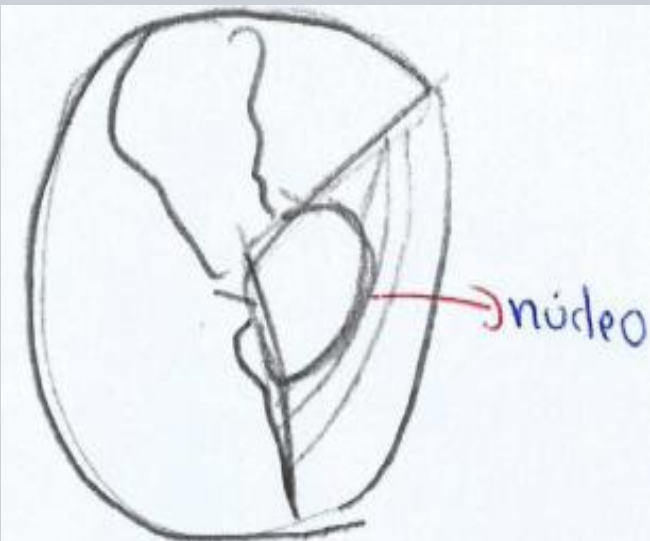
- Análisis de la normalidad de los datos (Kolmogorov-Smirnova / Shapiro-Wilk)
- Análisis no paramétrico para comparar muestras relacionadas, utilizando la prueba de Wilcoxon.

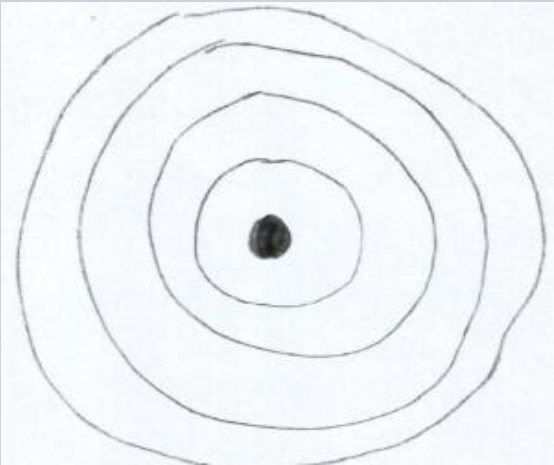
1. Haz un dibujo de cómo crees tú que es la Tierra por dentro

Kappa 0.85, $p < 0.05$

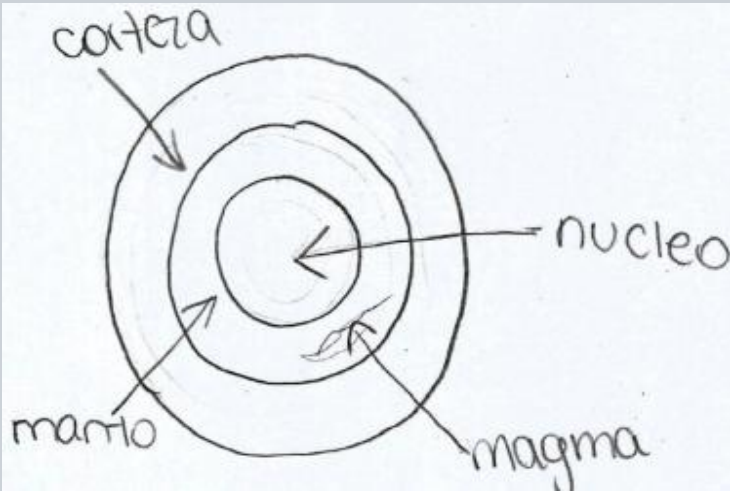
- a) En el mismo dibujo coloca el **NOMBRE** de sus partes.
b) Localiza en tu dibujo la ubicación del **magma**.

Kappa 0.88, $p < 0.05$

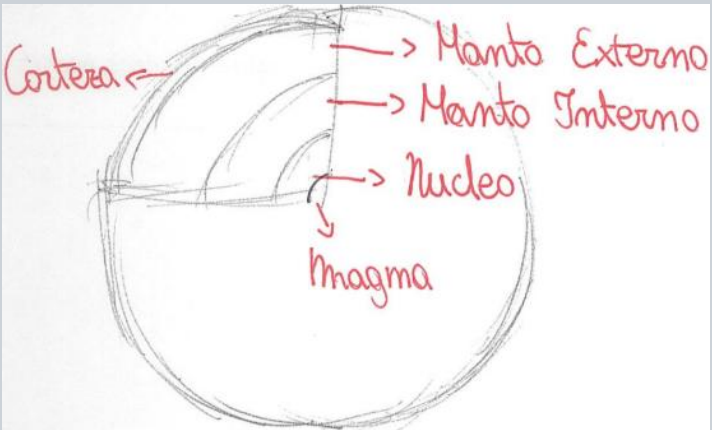
CATEGORY DESCRIPCION	DRAWING EXAMPLE	CODE
Dibuja las capas concéntricas dentro de una estructura esférica. Dibuja las capas en proporción a su densidad (corteza más delgada). Indique el pedido y el nombre correcto. Núcleo (interno-externo) - manto - corteza.		7
Dibuja las capas concéntricas, dentro de una estructura esférica. No los dibuja proporcionalmente (sin corteza más fina). No diferencia entre núcleo interno y núcleo externo. Identificar el núcleo - manto - corteza		6
Dibuja las capas concéntricas, dentro de una estructura esférica. No los dibuja proporcionalmente (sin corteza más fina). No diferencia entre núcleo interno y núcleo externo (confunde algunos de los nombres de estas capas o no incluye como máximo 1 de las capas correspondientes). Solo identifica 1 capa correctamente.		5

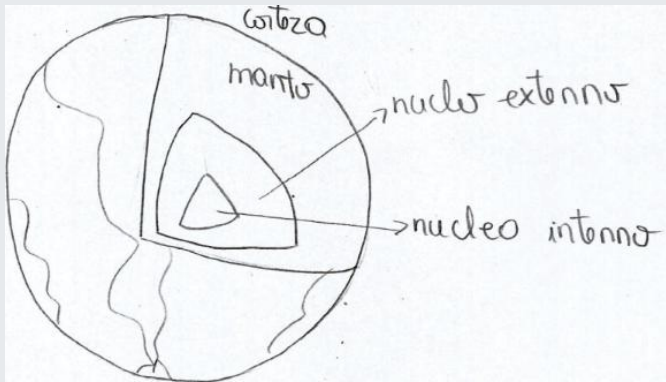
CATEGORY DESCRIPCION	DRAWING EXAMPLE	CODE
Dibuja las capas concéntricas, dentro de una estructura esférica. No los dibuja proporcionalmente (sin corteza más fina). No identifica ninguna capa.		4
Modelos de ficciones (Irreal). Dibuja una estructura esférica, pero con estructuras en su interior que no se corresponden con la realidad.		3
Dibujar una estructura concéntrica con estructuras exteriores (edificios) o continentes.		2
Capas no concéntricas.		1

MAGMA LOCATION DESCRIPTION	DRAWING EXAMPLE	CODE
----------------------------	-----------------	------

Localiza el magma en el manto .		3
--	--	---

Localiza el magma en la corteza .		2
--	---	---

Localiza el magma en el núcleo o en el centro .		1
--	--	---

No localiza el magma.		0
------------------------------	--	---

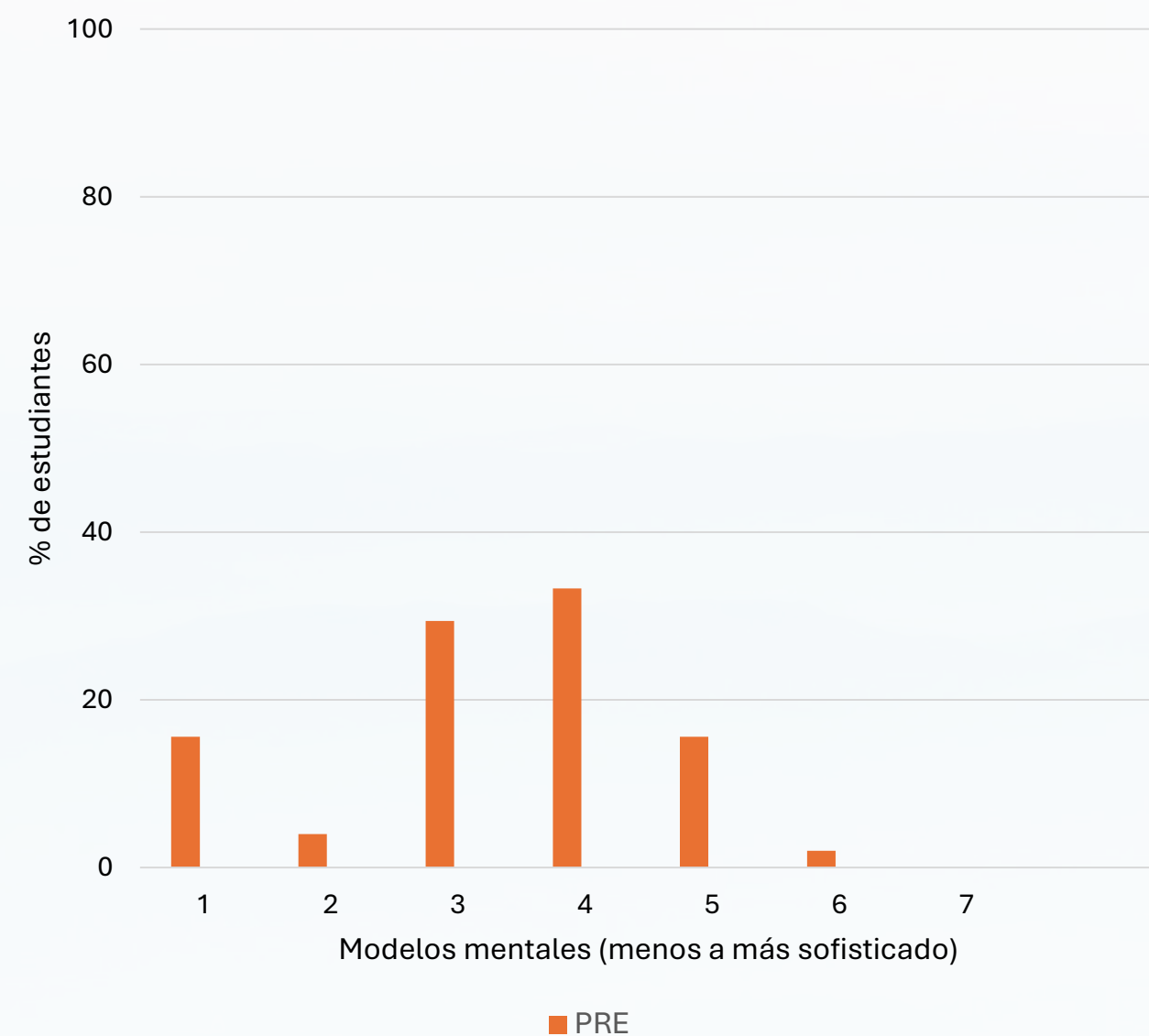
Rubrica de la ubicación de magma en modelos mentales

Para analizar la ubicación del magma en los dibujos de los estudiantes, se utilizó una rúbrica con cuatro categorías.

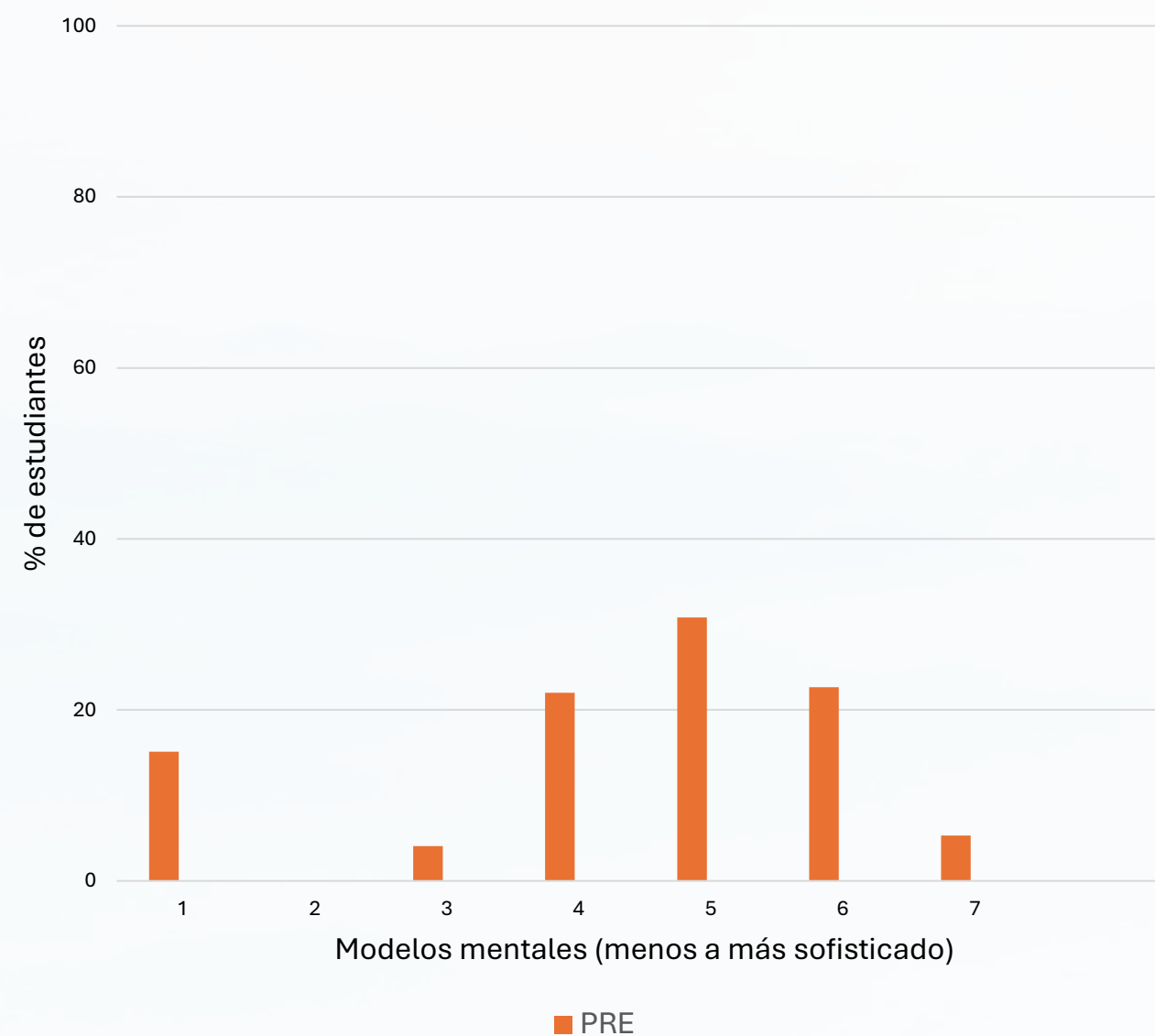
Código 3 (más sofisticado), la ubicación correcta del magma en el manto.

Código 1 (menos sofisticado), ubica el magma en el núcleo o centro de la Tierra, que presenta una concepción alternativa común, pero incorrecta.

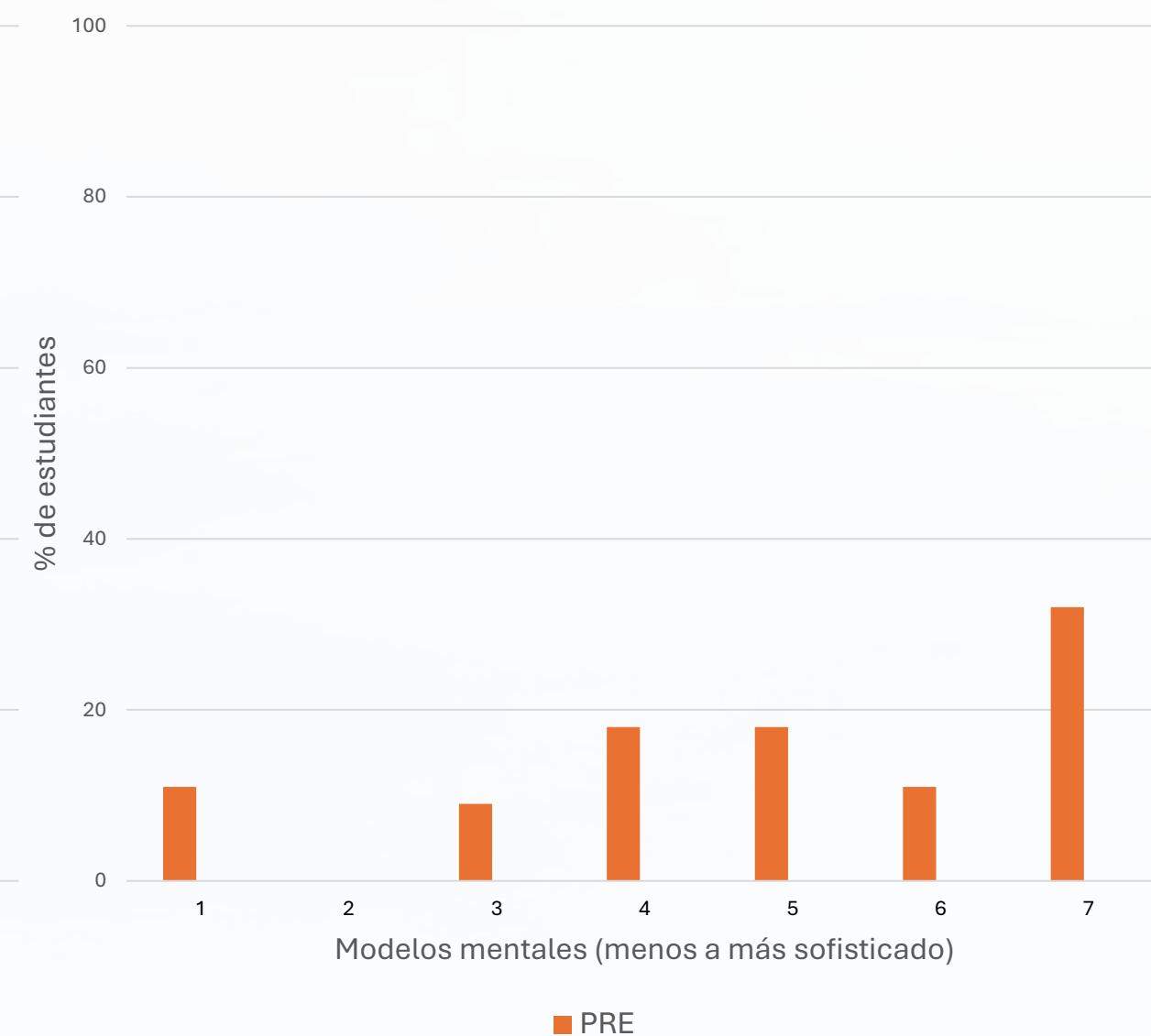
Capas internas de la Tierra 4° básico



Capas internas de la Tierra 7° básico



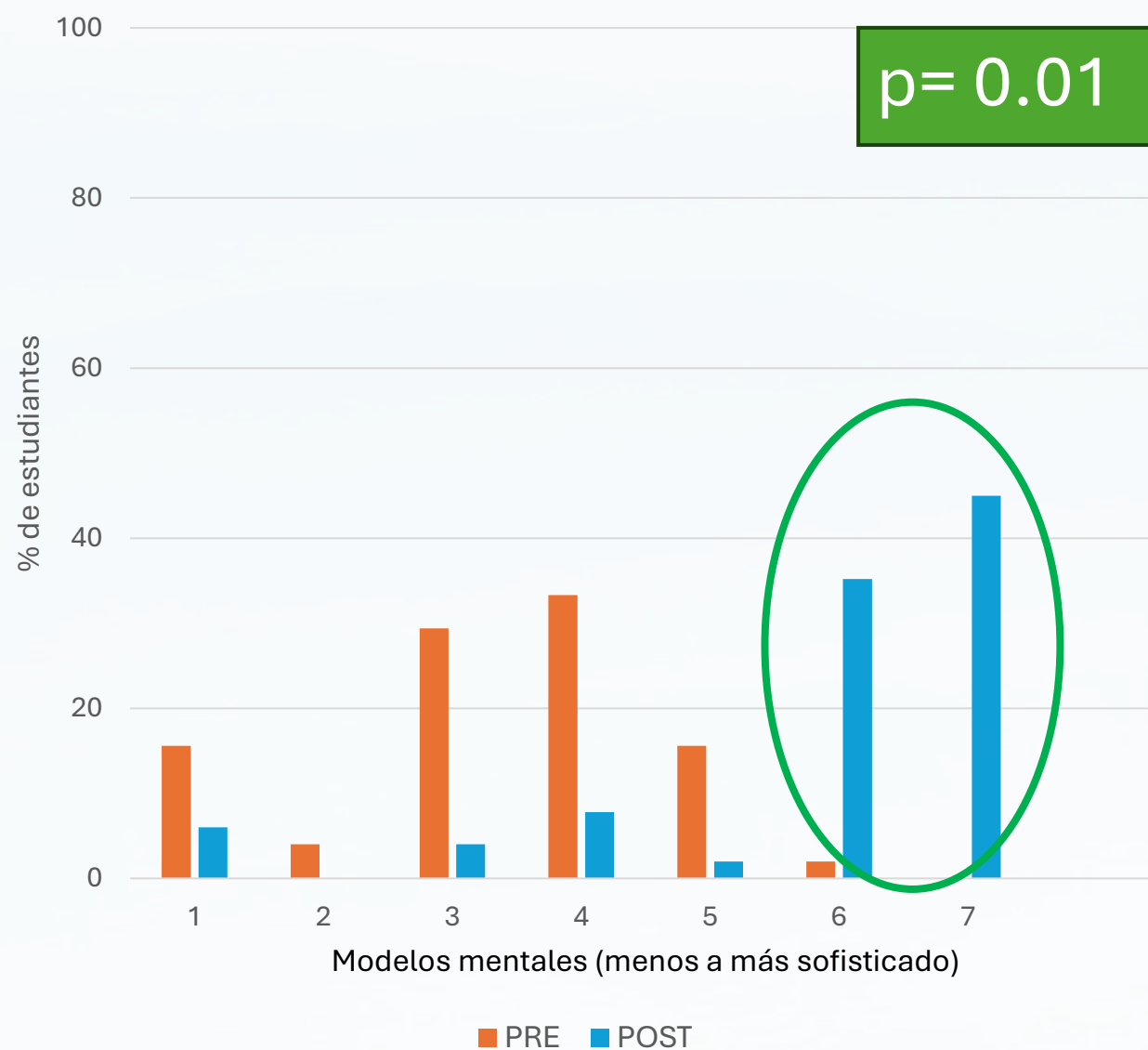
Capas internas de la Tierra III° medio



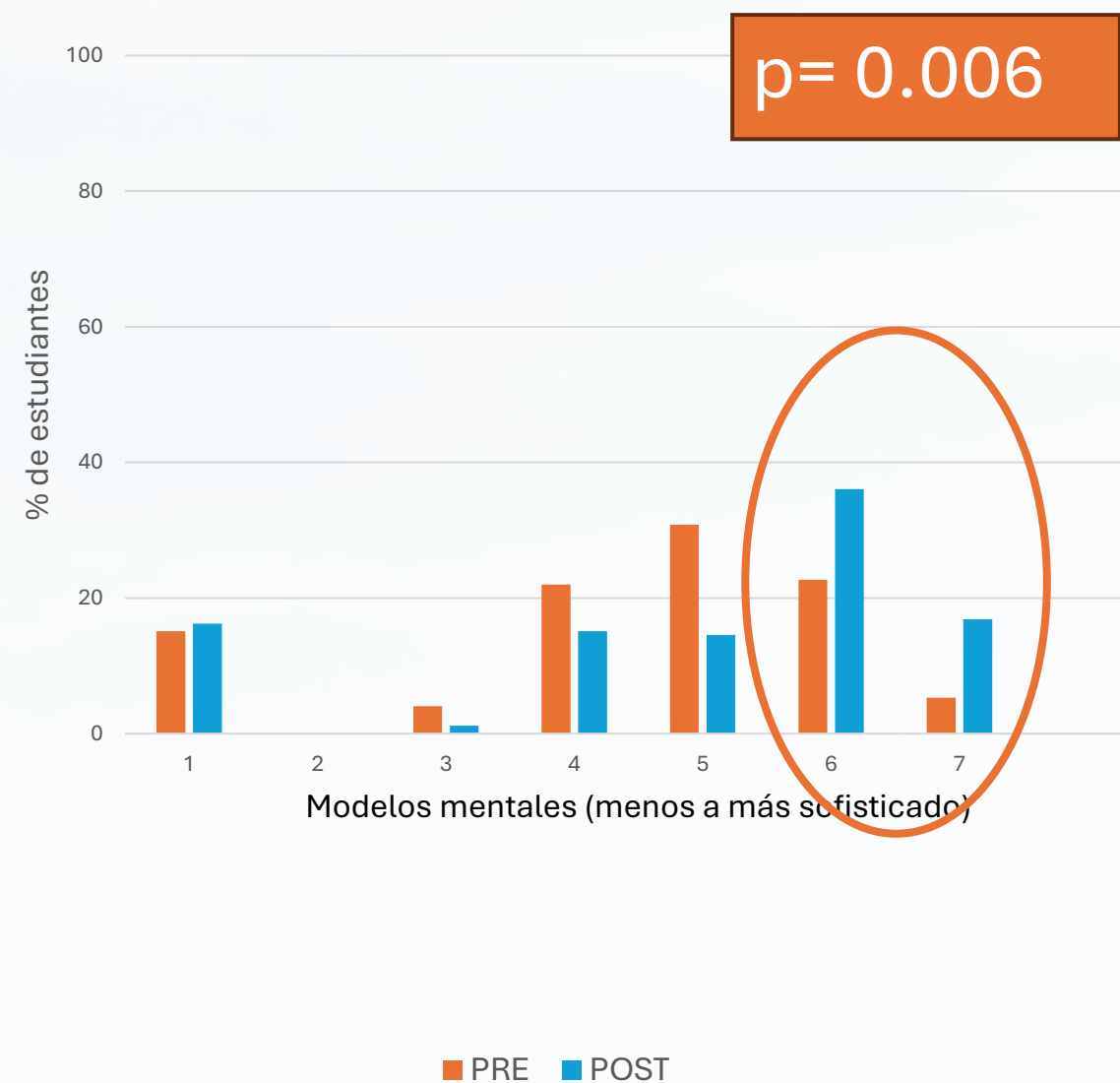
Los análisis estadísticos de los cuestionarios pre y post, muestran una diferencia significativa en dos de los niveles educativos estudiados: 4° básico y III° medio.

Mientras que en 7°básico, el cambio en los modelos mentales es significativamente menor en comparación con los niveles de 4° básico y III° medio.

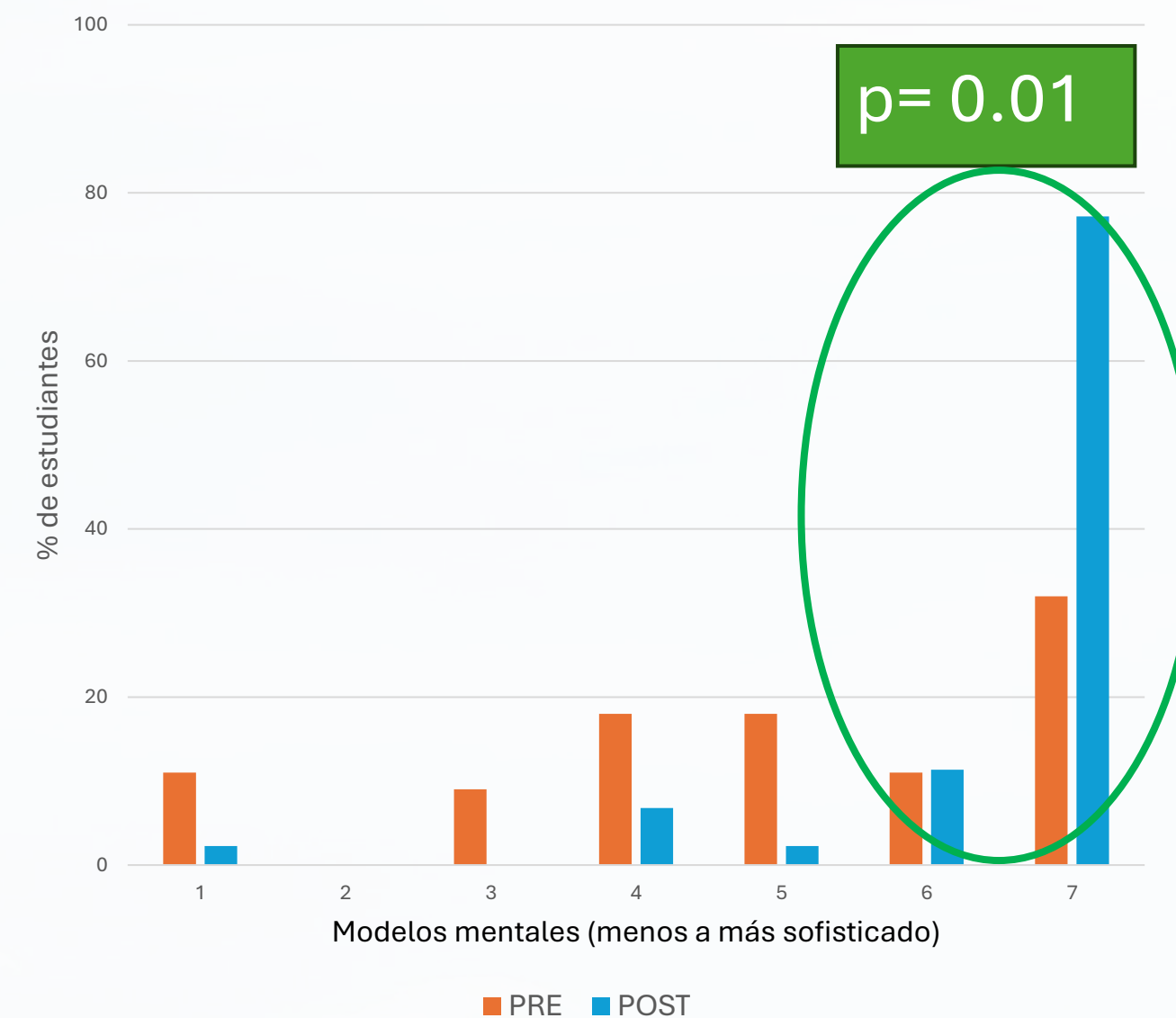
Capas internas de la Tierra 4° básico



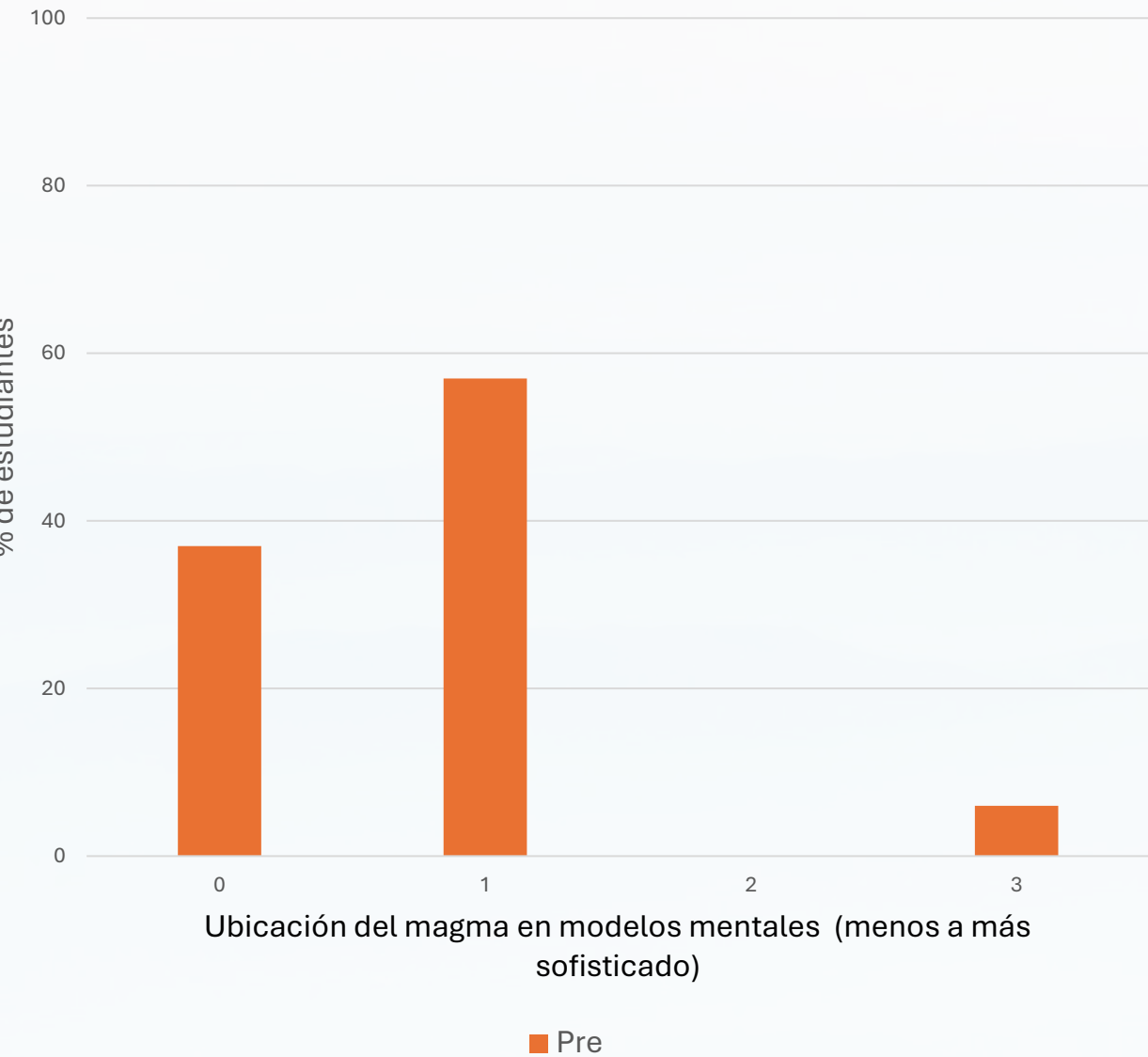
Capas internas de la Tierra 7° básico



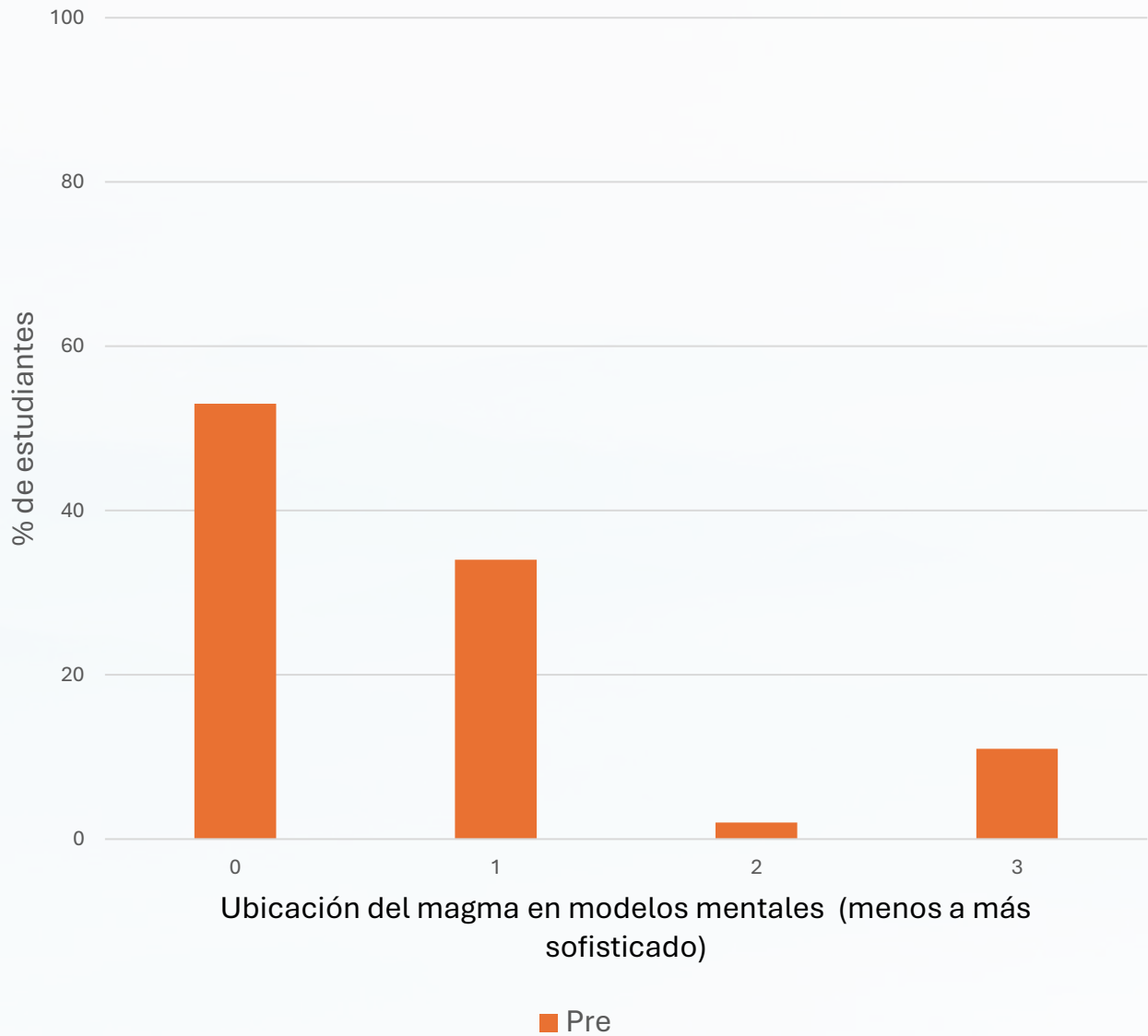
Capas internas de la Tierra III° medio



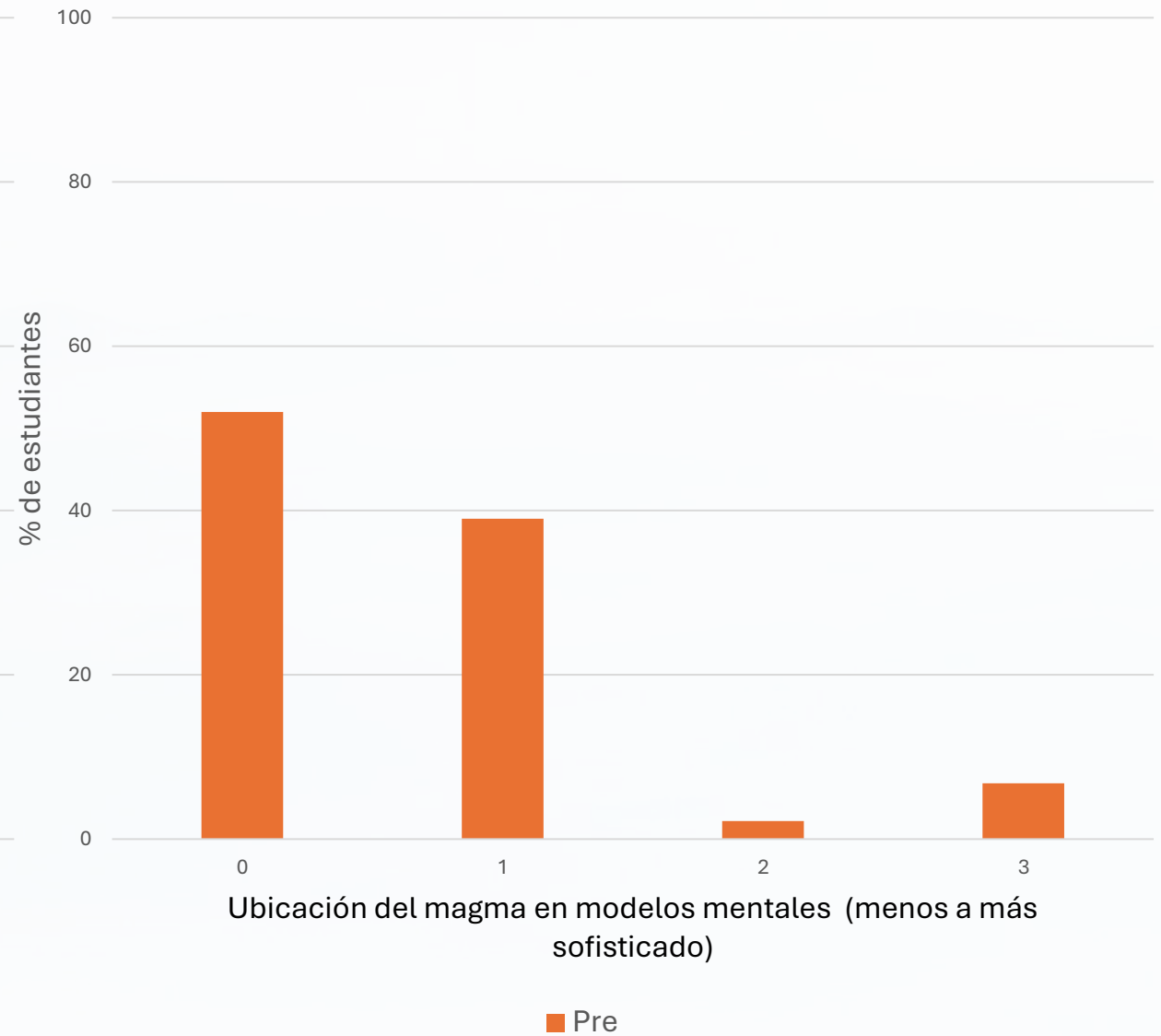
Ubicación del Magma 4° básico



Ubicación del Magma 7° básico

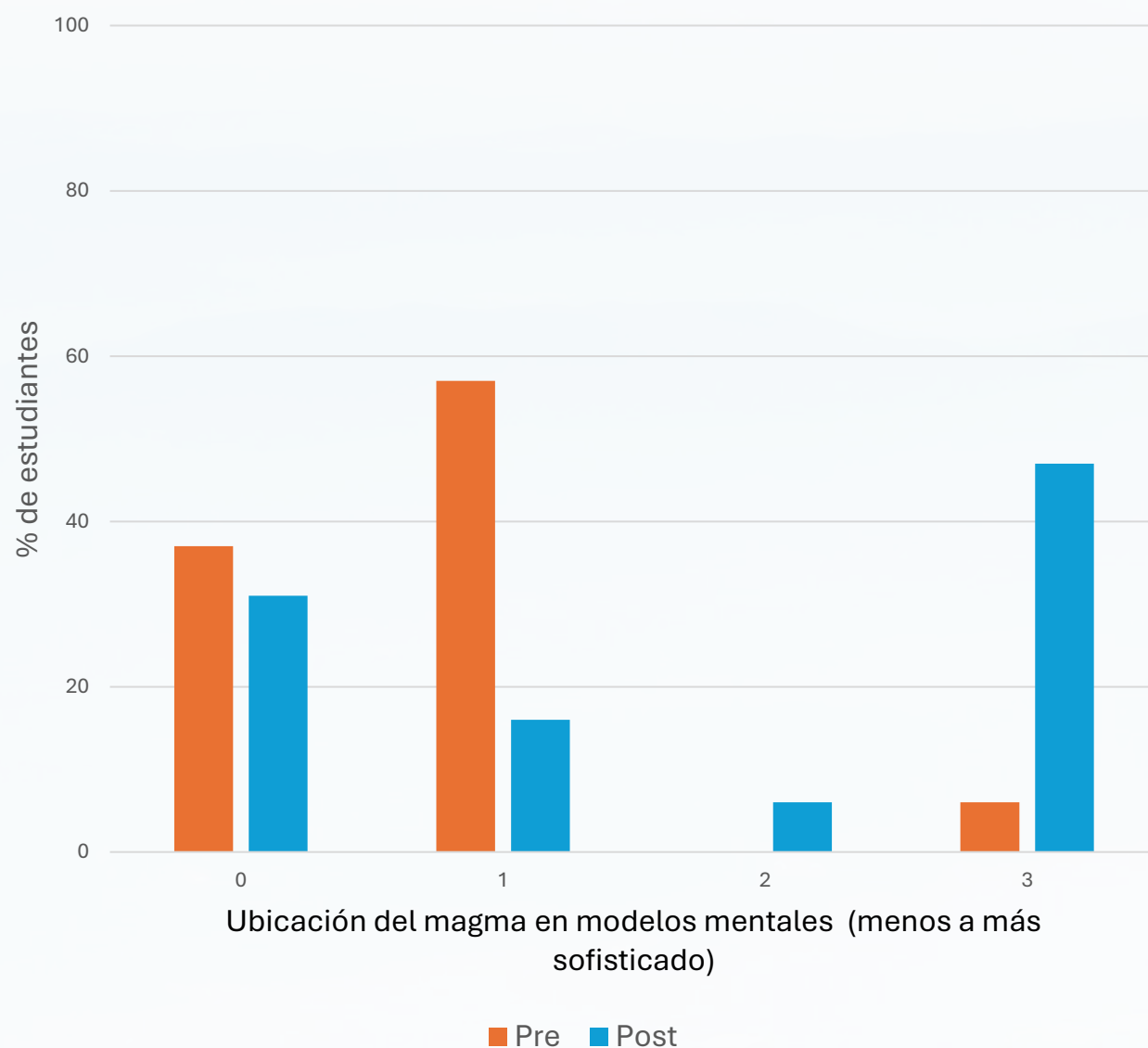


Ubicación del Magma III° medio

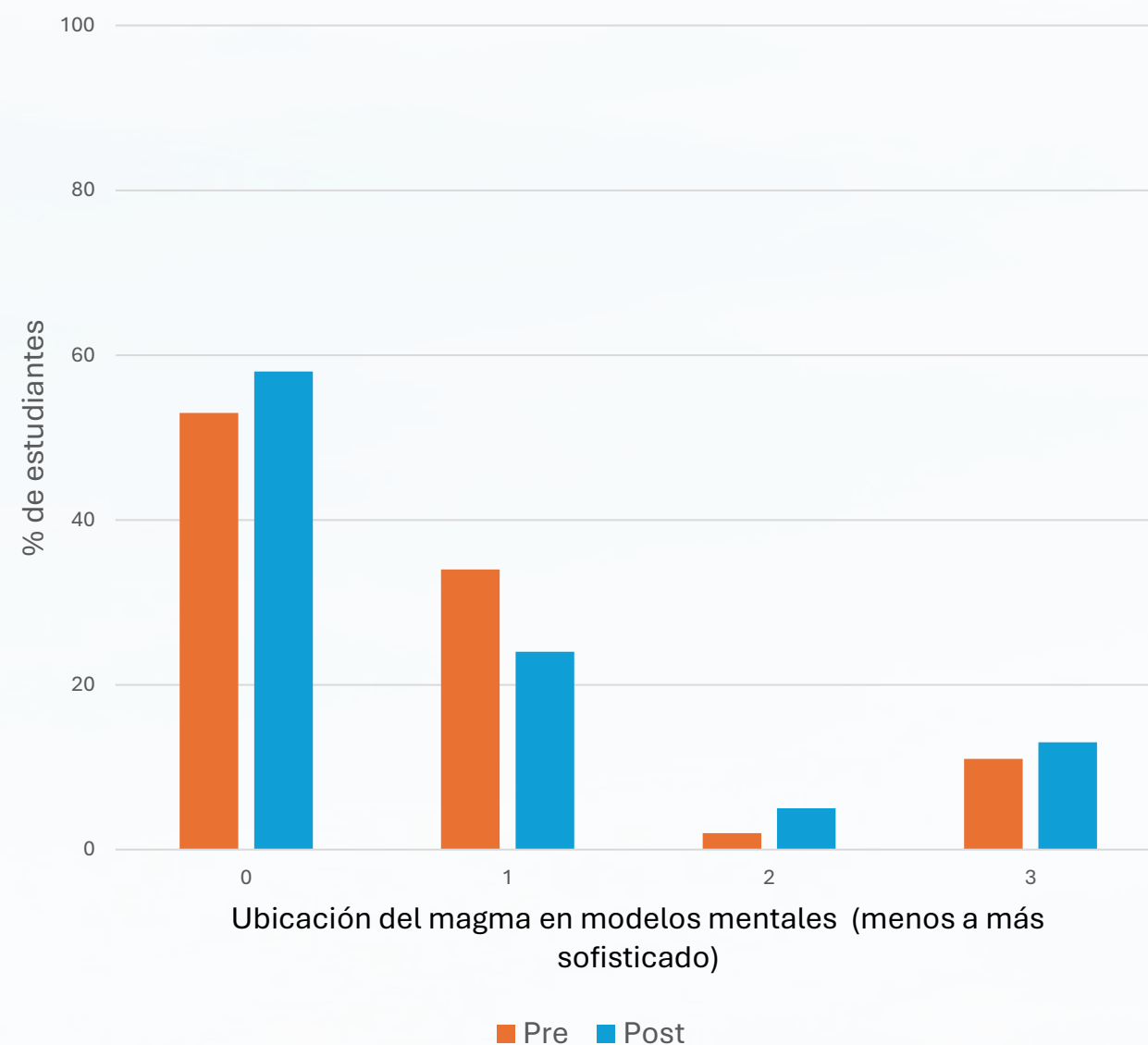


En cuanto a la ubicación del magma, no existen diferencias estadísticamente significativas entre 7º y 11º grado, ya que muchos estudiantes no lo ubican en el lugar científicamente correcto; la mayoría lo ubica en el núcleo o centro de la Tierra

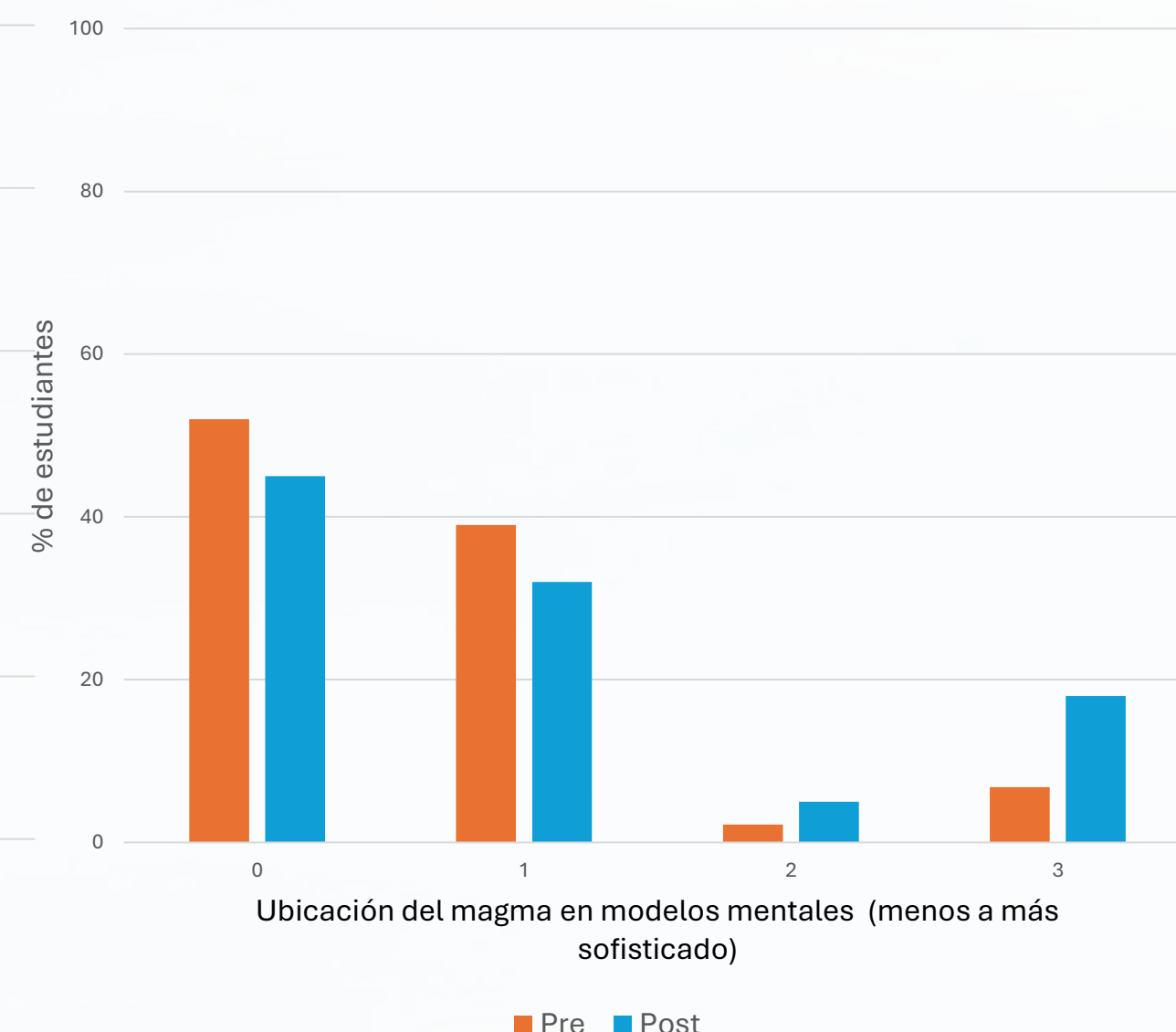
Ubicación del Magma 4º básico



Ubicación del Magma 4º básico

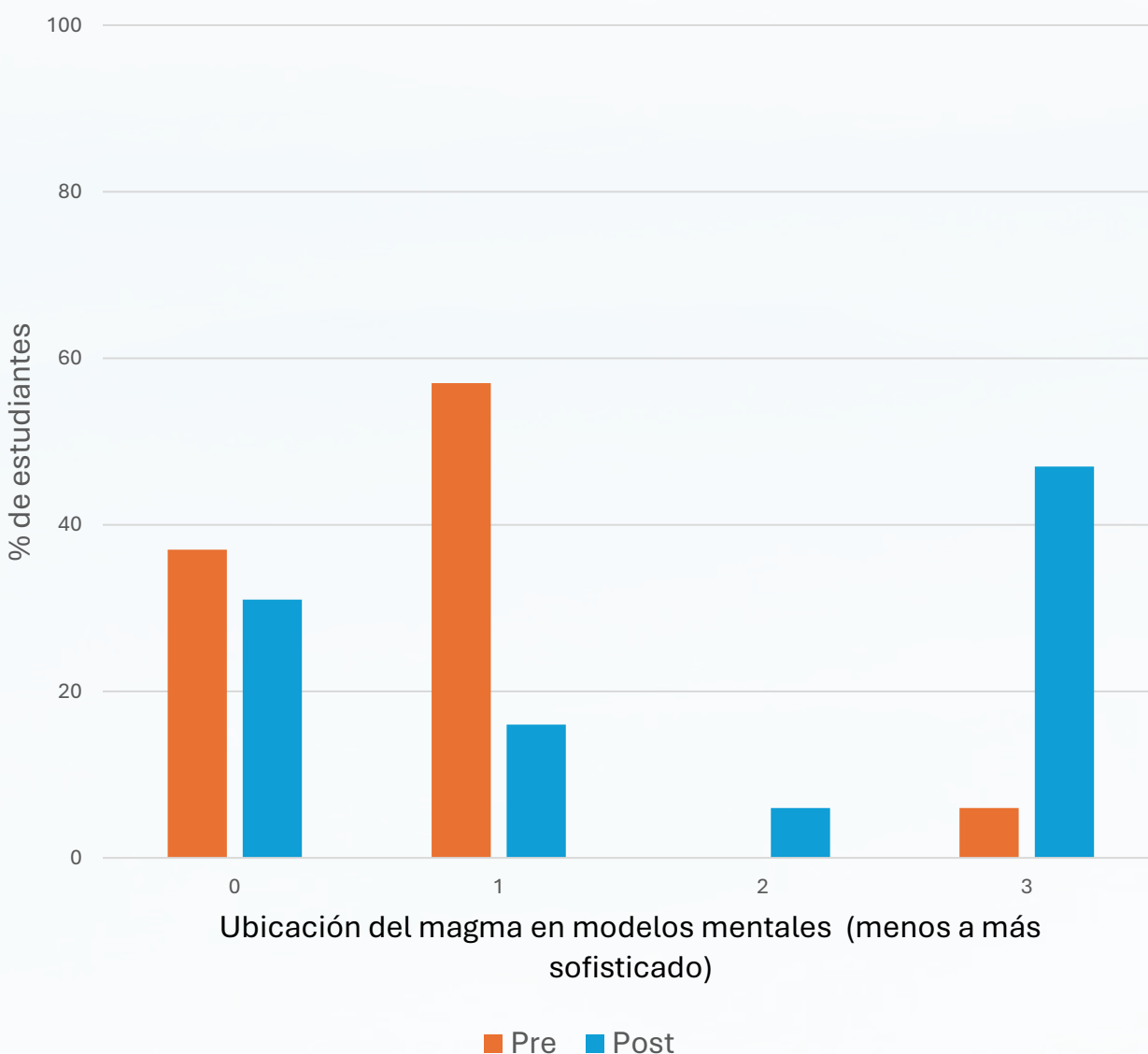


Ubicación del Magma 4º básico

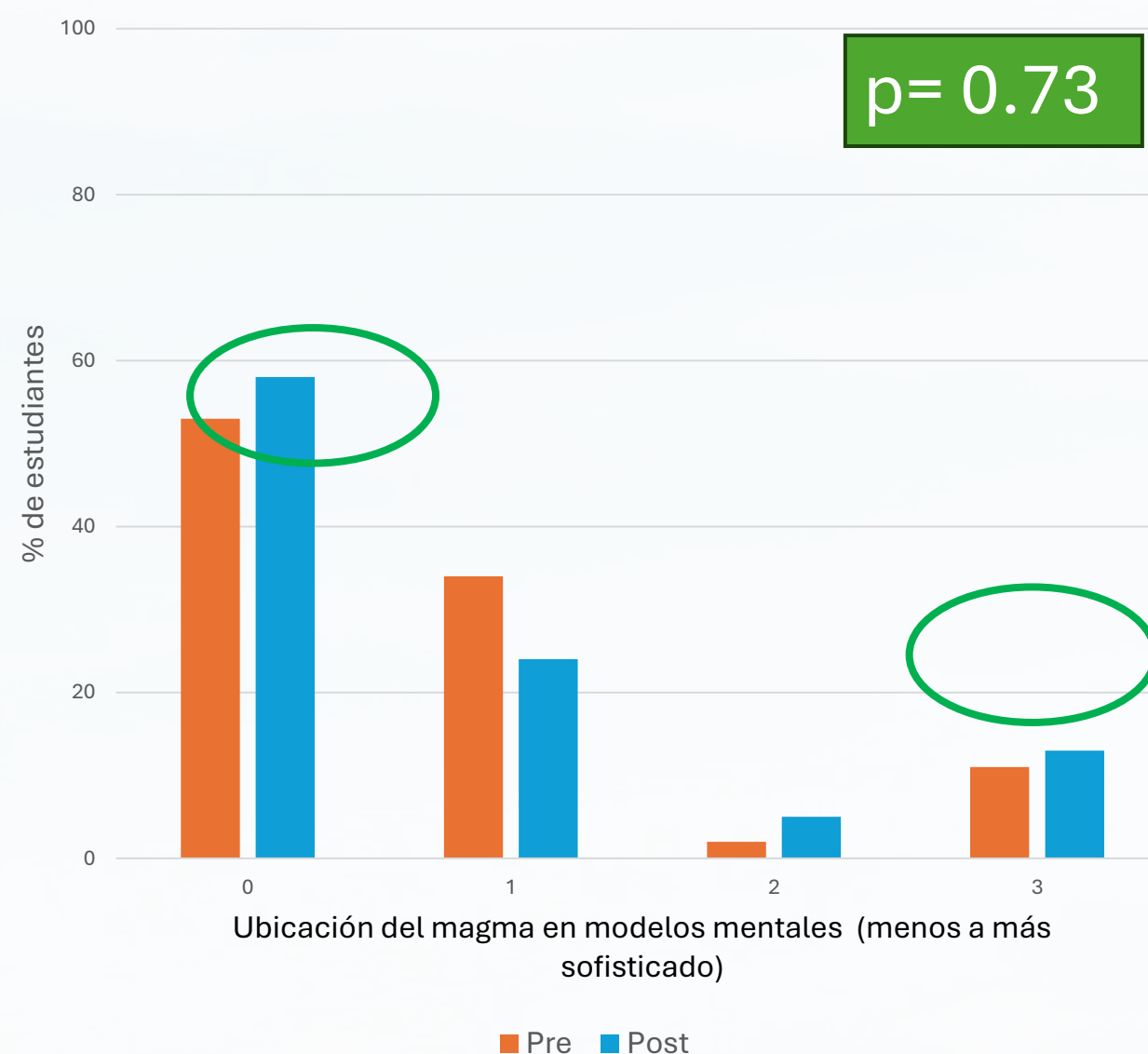


En cuanto a la ubicación del magma, no existen diferencias estadísticamente significativas entre 7° y 11° grado, ya que muchos estudiantes no lo ubican en el lugar científicamente correcto; la mayoría lo ubica en el núcleo o centro de la Tierra.

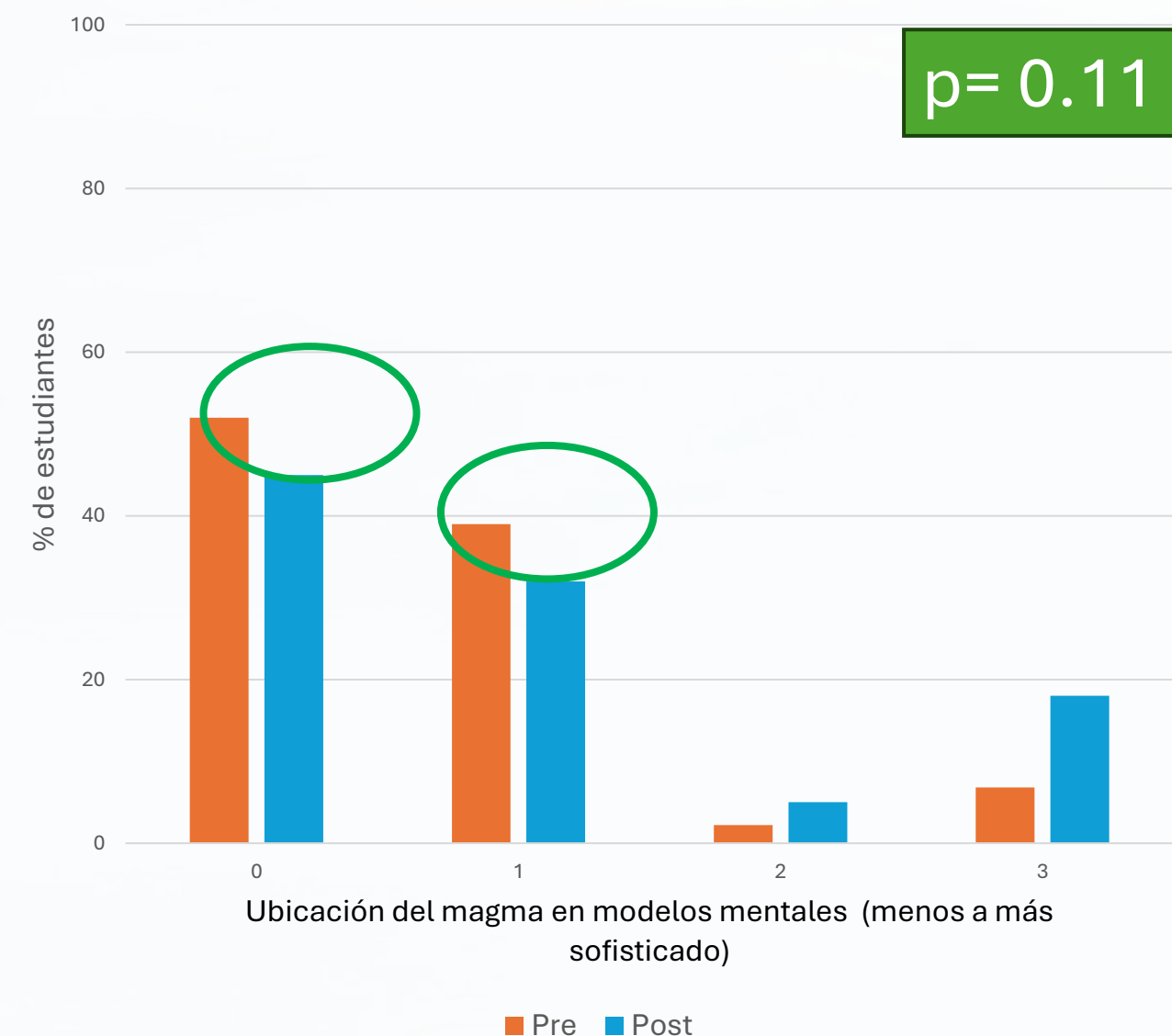
Ubicación del Magma 4° básico



Ubicación del Magma 7° básico



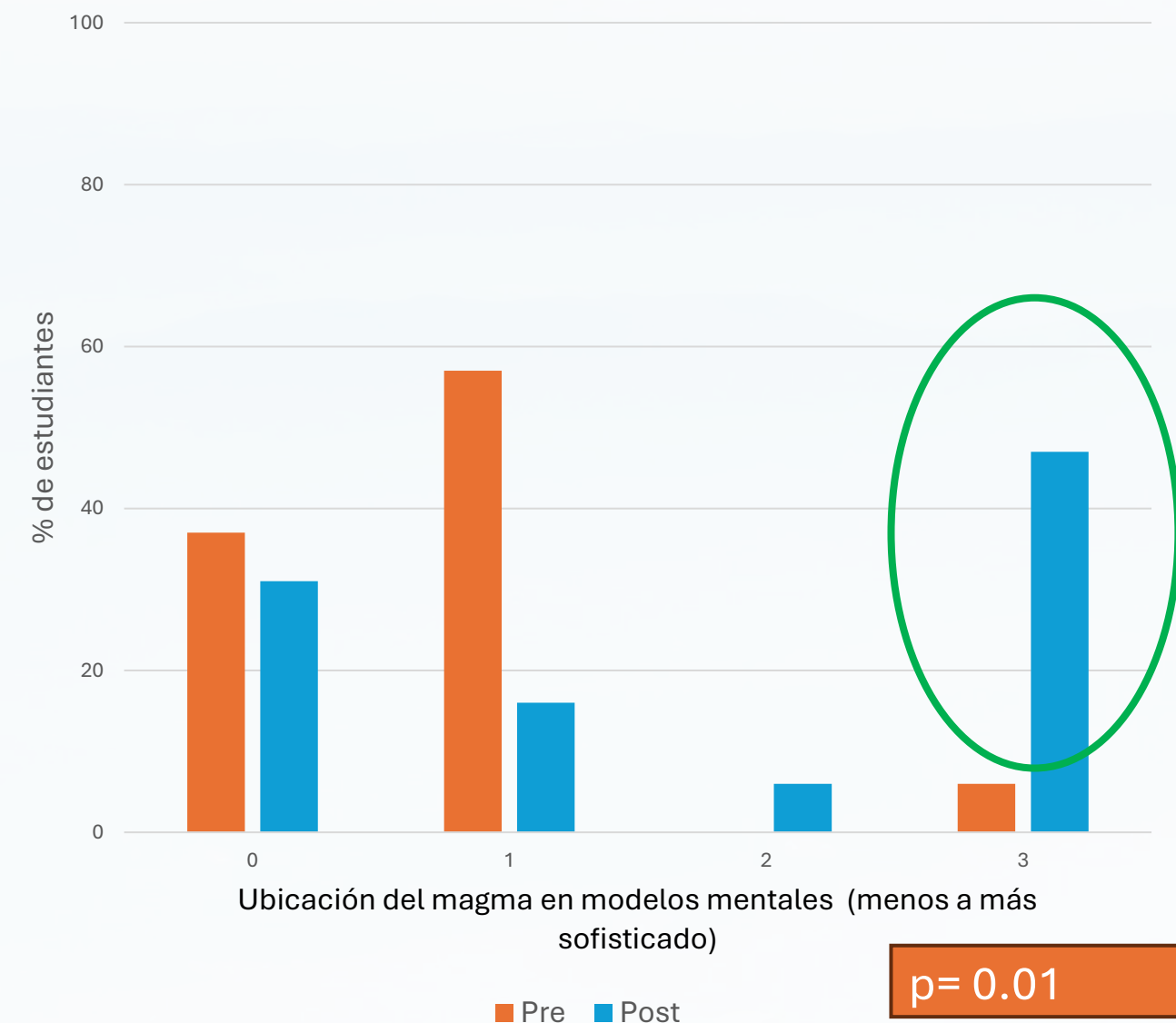
Ubicación del Magma 4° básico



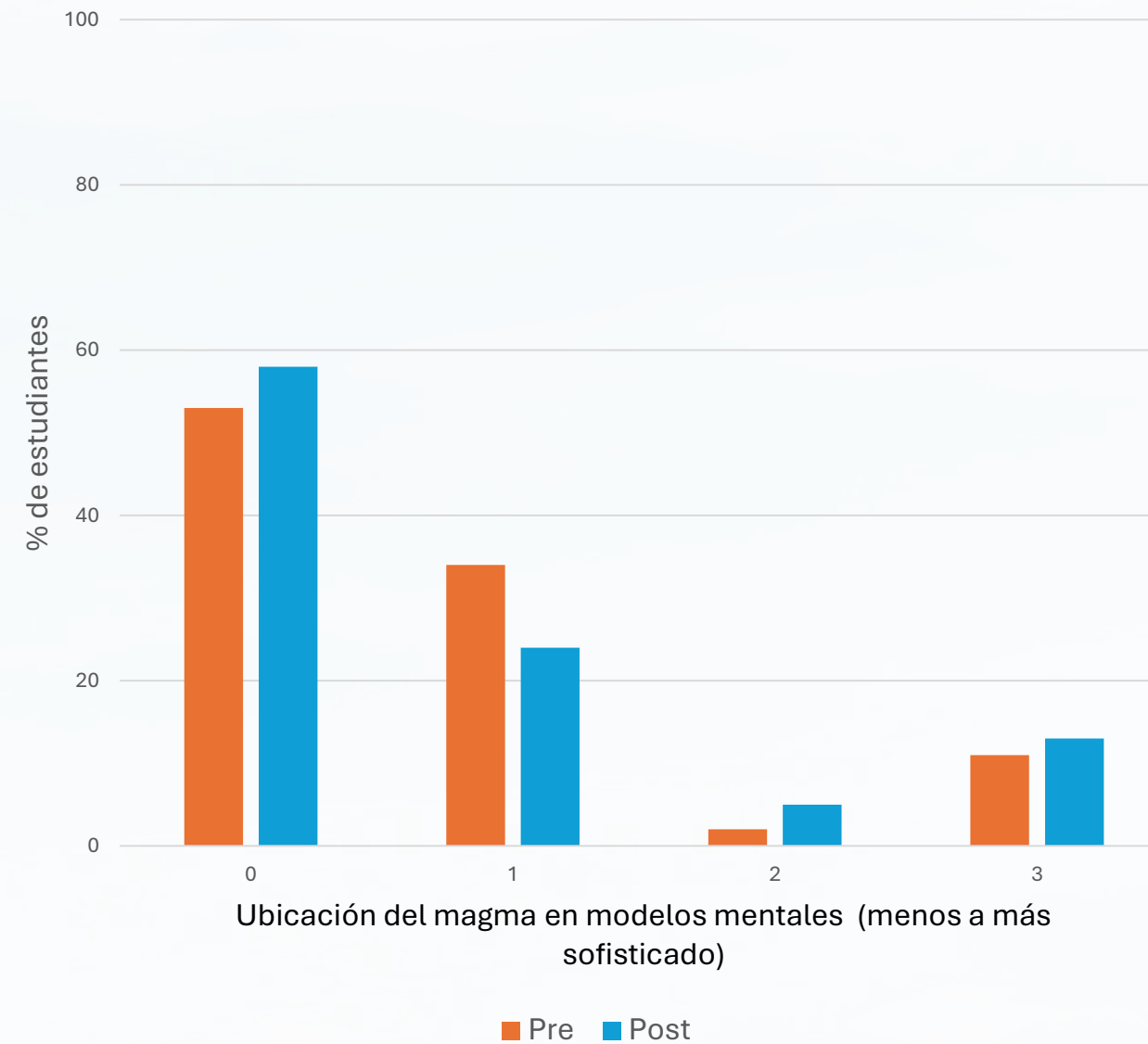
Resultados: Ubicación del Magma PRE-POST

Sin embargo, después de la implementación, los y las estudiantes de 4° básico indicaron la ubicación del magma de manera más sofisticada o científicamente correcta, que es el manto.

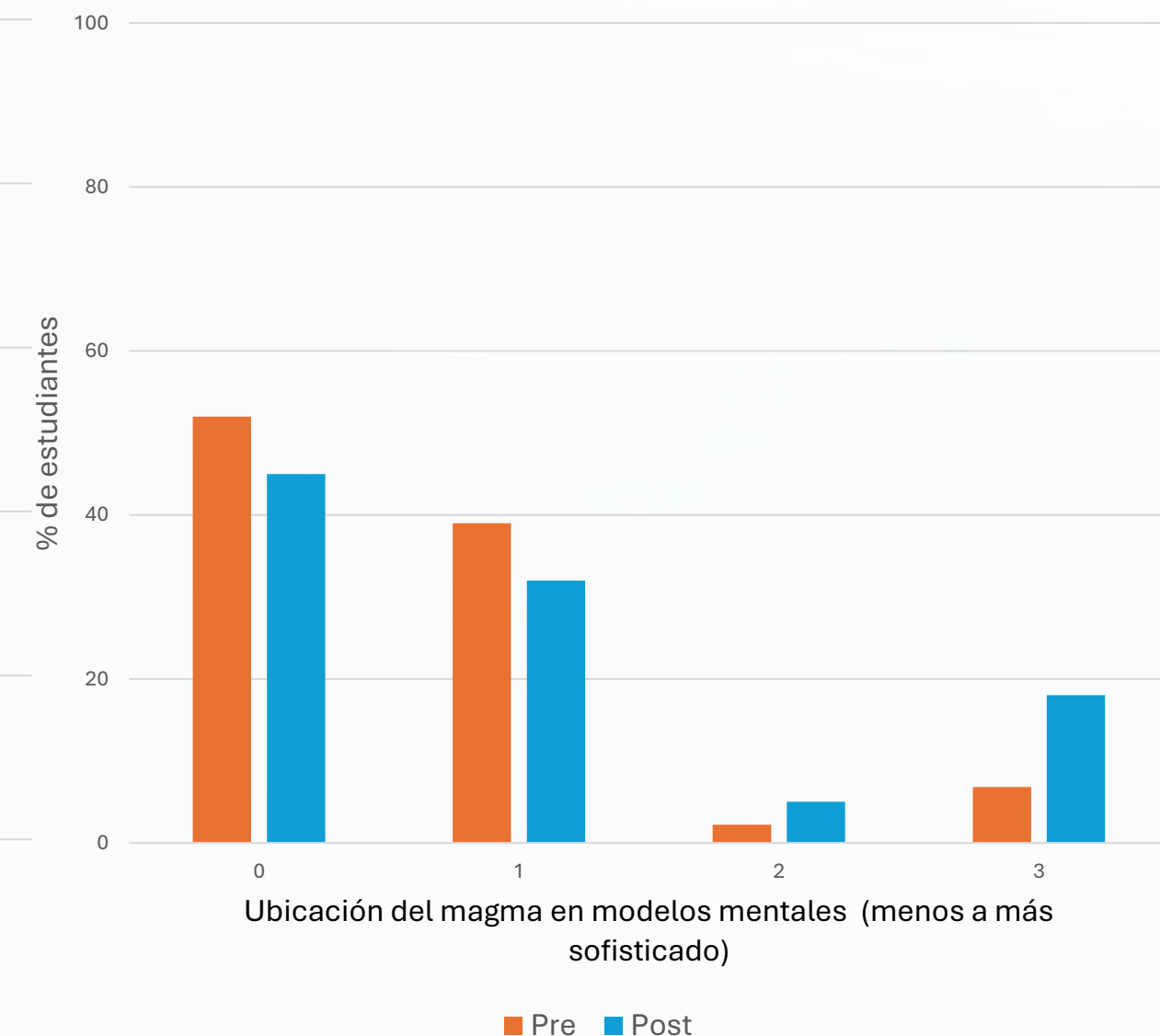
Ubicación del Magma 4° básico



Ubicación del Magma 7° básico



Ubicación del Magma III°medio



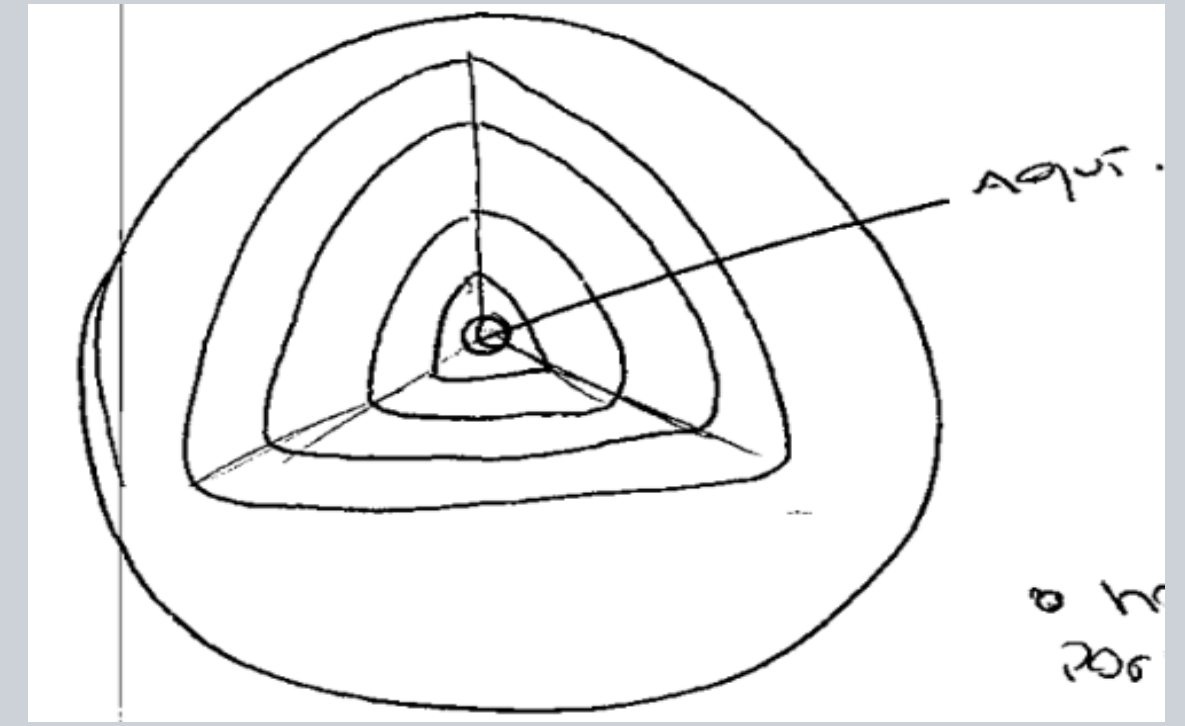
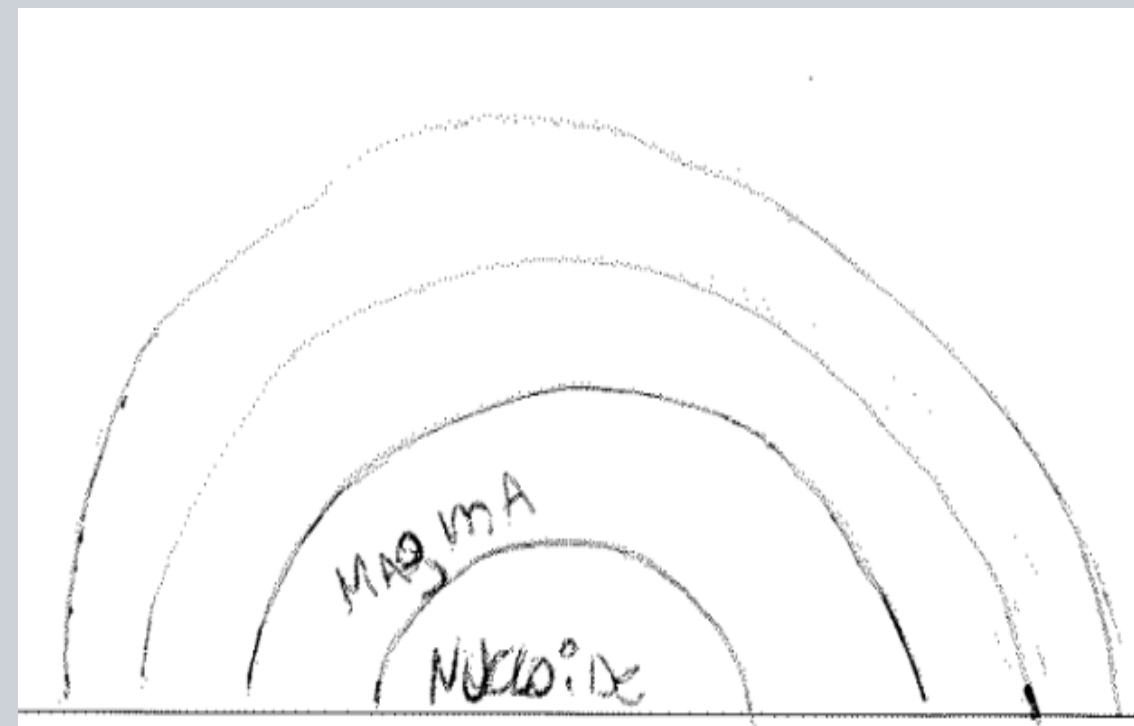
Ejemplos de dibujos de estudiantes: Capas internas de la Tierra y ubicación del Magma PRE-POST

4°

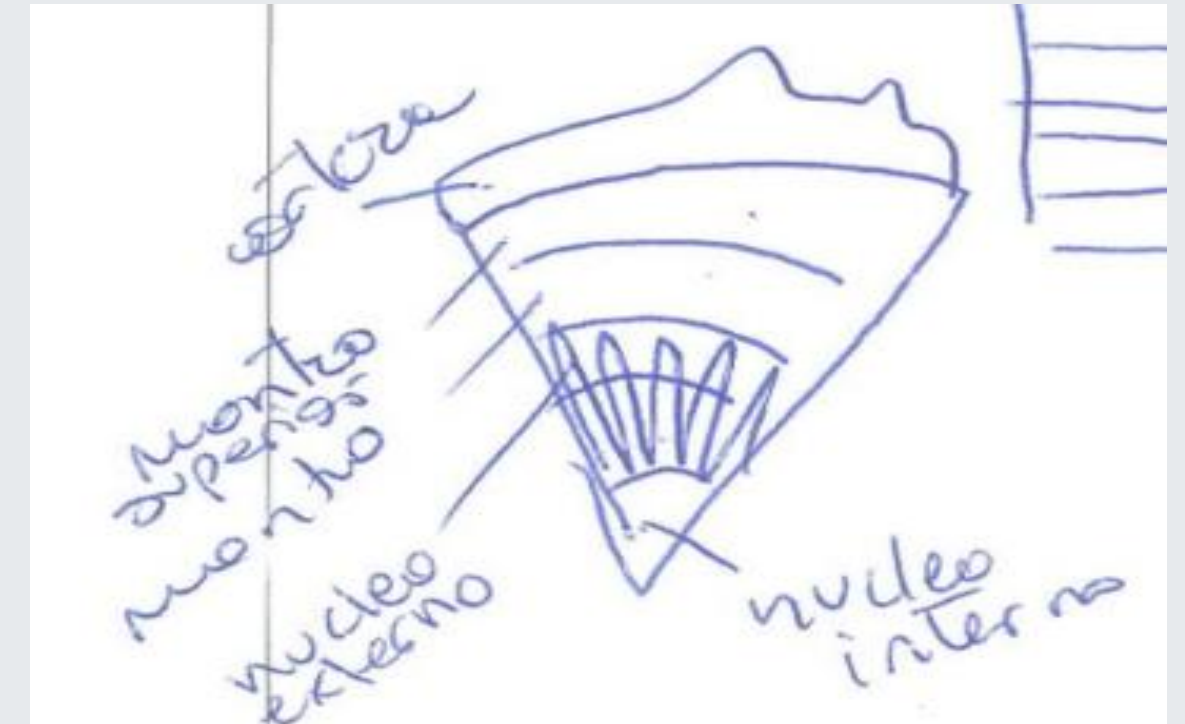
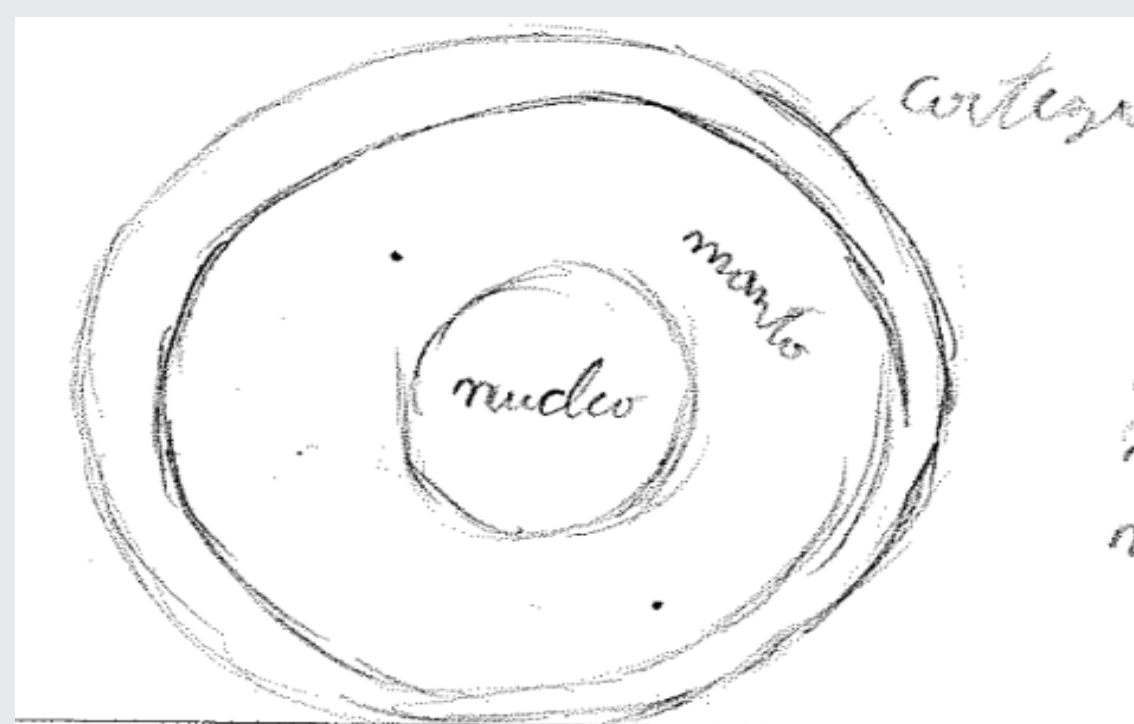
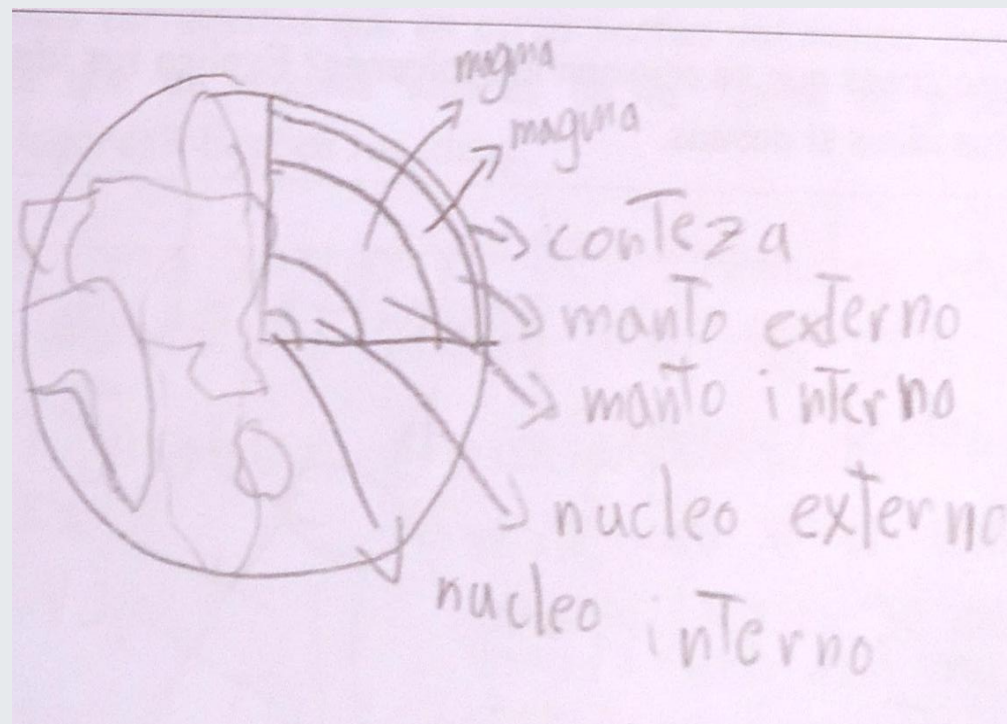
7°

III °

PRE

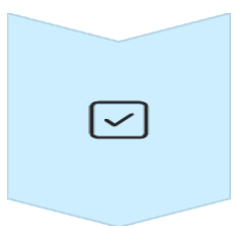


POST

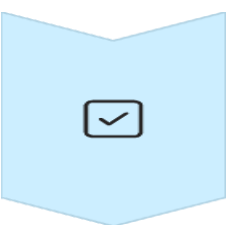




Los modelos mentales de las y los estudiantes cambian de manera diferente según su nivel educativo, conceptos sobre las capas internas de la Tierra y la ubicación del magma.



Los conceptos sobre las capas internas de la Tierra demostraron ser más consistentes y efectivos en todos los grados, mientras que la ubicación del magma solo mostró mejoras significativas en 4º básico.



En los conceptos sobre la ubicación del magma, en 7º básico y IIIº medio, los cambios no fueron estadísticamente significativos, lo que sugiere que las concepciones alternativas se encuentran muy internalizadas son difíciles de cambiar.

Limitaciones y proyecciones

Ampliar la investigación aumentando la muestra de estudiantes de 4º básico y IIIº medio, para que sea representativa del contexto chileno.

Analizar el PCK en la tierra de los profesores que implementan la intervención para relacionarlo con el conocimiento de los estudiantes.

Realizar investigaciones longitudinales con estudiantes de 4º básico para monitorear sus conocimientos de Ciencias de la Tierra y analizar posibles cambios.

Modelos Mentales de la dinámica interna de la Tierra en estudiantes de Chile: implementación con estrategias para la enseñanza de Ciencias de la Tierra

Kasandra Navarrete L. – Claudia Vergara D. y Carolina Parraguez M.

Universidad Alberto Hurtado