A light blue map of Mexico and Central America is visible in the background. The map shows state boundaries and major cities. A dark brown horizontal band is overlaid across the middle of the map, containing the title text.

# EDUCACIÓN Y CIENCIAS

## Panorama Mexicano

Dr. Genaro Zavala Enríquez

Grupo de Investigación e Innovación en la Enseñanza de la Física

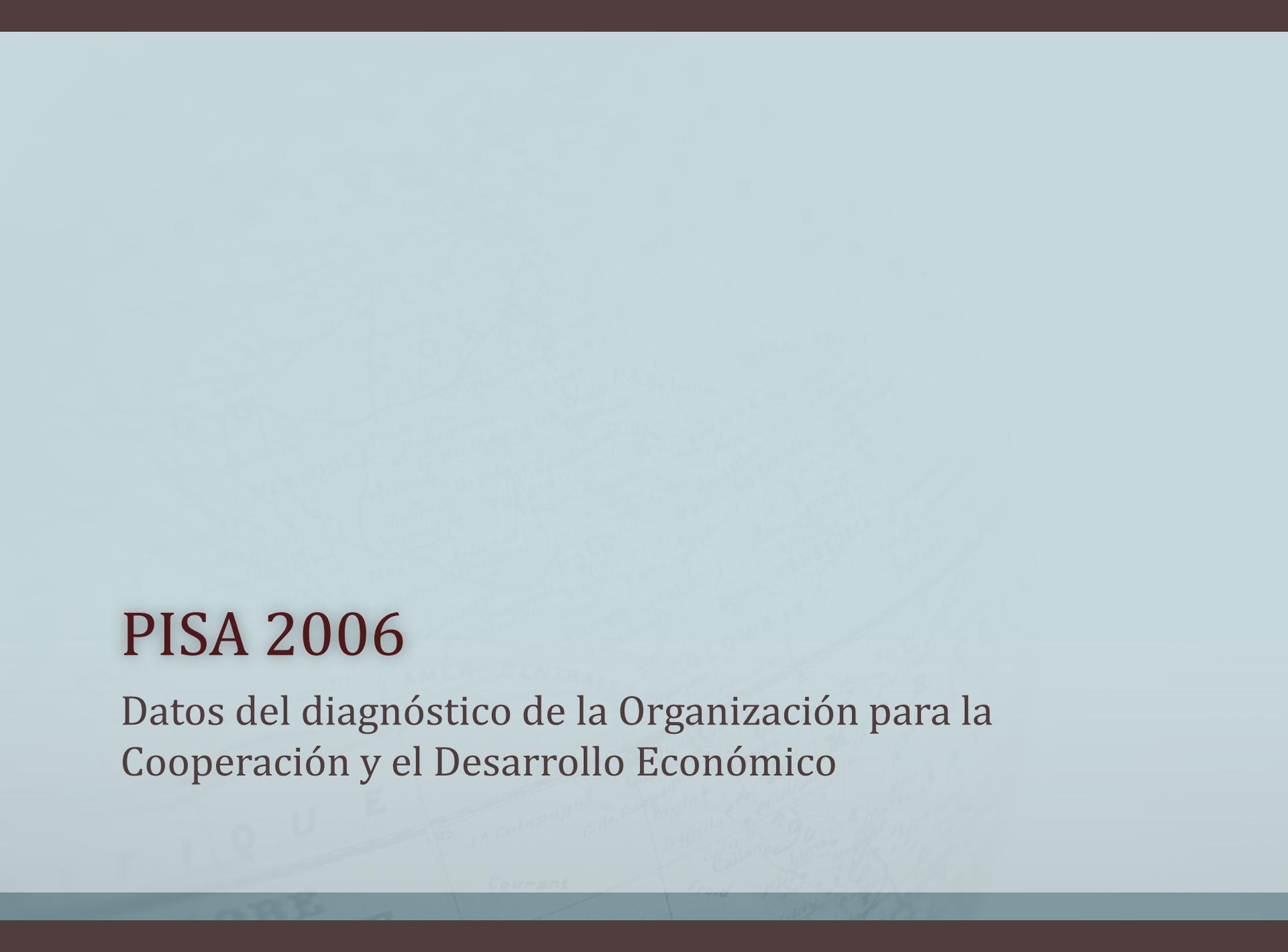
Departamento de Física

Tecnológico de Monterrey

Monterrey, N.L., México

# CONTENIDO

- Resultados de PISA 2006
- Factores que influyen en el aprendizaje
  - Preconcepciones
  - Conocimientos previos
  - Razonamiento
  - Estrategia de Aprendizaje
  - Actitudes
- Implicaciones en nuestra práctica docente
- Reflexión

A faint, light-colored map of South America is visible in the background, showing the outlines of countries and some major cities. The map is centered on the continent and covers most of the slide's background.

# PISA 2006

Datos del diagnóstico de la Organización para la  
Cooperación y el Desarrollo Económico

# DATOS DE LA OCDE

- La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico ha publicado una serie de resultados de análisis entre sus miembros y países invitados que muestran un ejemplo de la problemática de la educación en las ciencias en México

# PISA 2006

- 30 países miembros de la OCDE y 27 países invitados participaron.
- 400,000 estudiantes de 15 años participaron.

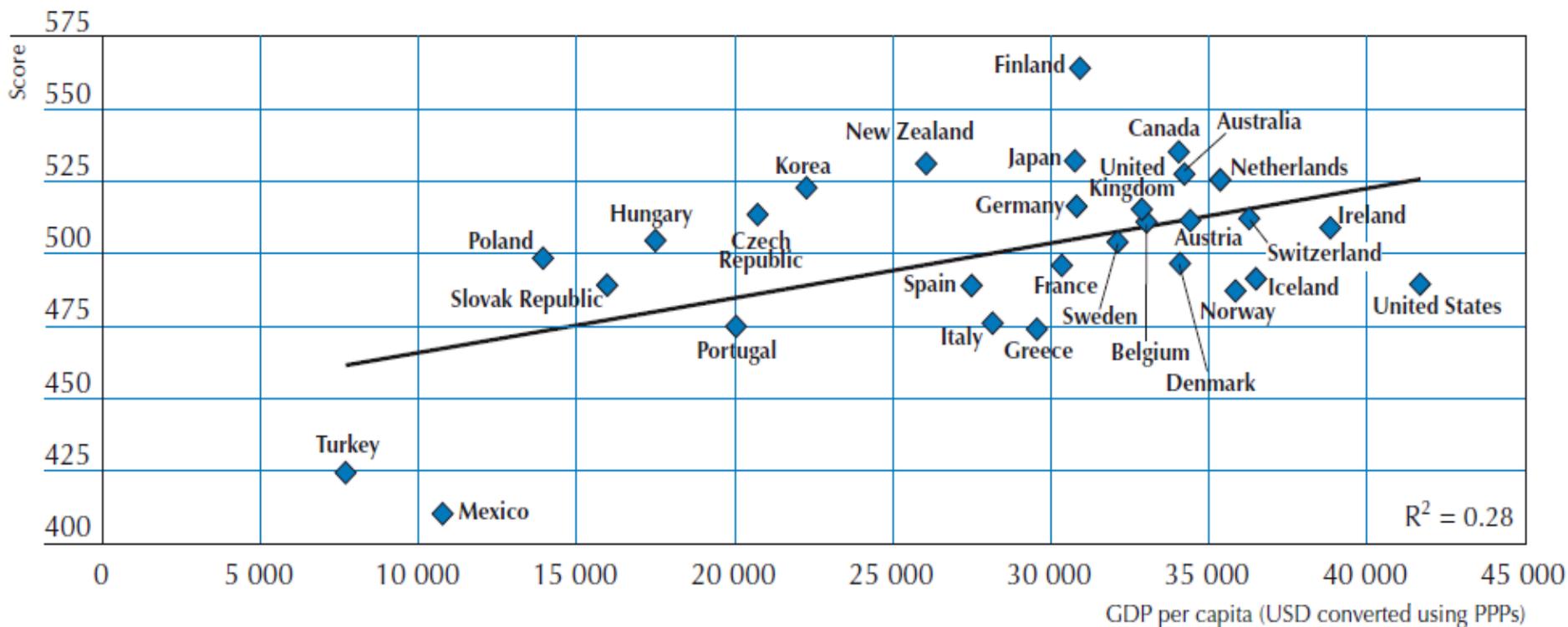
# RESULTADOS DE PISA 2006 EN CIENCIAS

- México obtuvo el lugar 30 de 30 países miembros de la OCDE.
- México obtuvo el lugar 48 de 57 países participantes.
- Finlandia obtiene el primer lugar.
- Hungría, Suecia, Francia, Dinamarca y Polonia están en el promedio de los países de la OCDE.
- Chile y Uruguay están por arriba de México y Argentina, Brasil y Colombia por debajo.
- Todos los países Americanos (con excepción de Canadá) están por debajo del promedio de la OCDE.

# PISA CIENCIA VS PIB PER CÁPITA

## Student performance on the science scale and national income

*Relationship between performance in science and GDP per capita, in USD, converted using purchasing power parities (PPPs)*



Source: OECD PISA 2006 database, Tables 2.1c and 2.6.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/141844475532>

# PISA CIENCIA VS INGRESO DEL PROFESOR

- El salario anual de un profesor de primaria con 15 años de experiencia es de:
  - Hungría: \$15,600 USD
  - México: \$16,800 USD
  - Turquía: \$ 19,600 USD
  - Francia: \$31,200 USD
  - Finlandia: \$32,400 USD
  - OCDE: \$37,600 USD
  - Estados Unidos: \$40,700 USD
  - Corea: \$51,600 USD

# PISA CIENCIA VS INGRESO DEL PROFESOR

- El salario anual de un profesor de primaria con 15 años de experiencia es de:
  - Hungría: \$15,600 USD (lugar 21 en PISA CIENCIA 2006)
  - México: \$16,800 USD (lugar 48)
  - Turquía: \$ 19,600 USD (lugar 44)
  - Francia: \$31,200 USD (lugar 25)
  - Finlandia: \$32,400 USD (lugar 1)
  - OCDE: \$37,600 USD
  - Estados Unidos: \$40,700 USD (lugar 29)
  - Corea: \$51,600 USD (lugar 11)

# PISA CIENCIA VS NÚMERO DE ALUMNOS POR PROFESOR

- El número de alumnos por profesor en primaria/secundaria es de:
  - México: 28.3/33.7
  - Chile: 25.9/25.9
  - Corea: 28/20.8
  - Brasil: 22.9/18.1
  - OCDE: 16.7/13.7
  - Estados Unidos: 14.9/15.1
  - Finlandia: 15.9/10
  - Hungría: 10.6/10.4

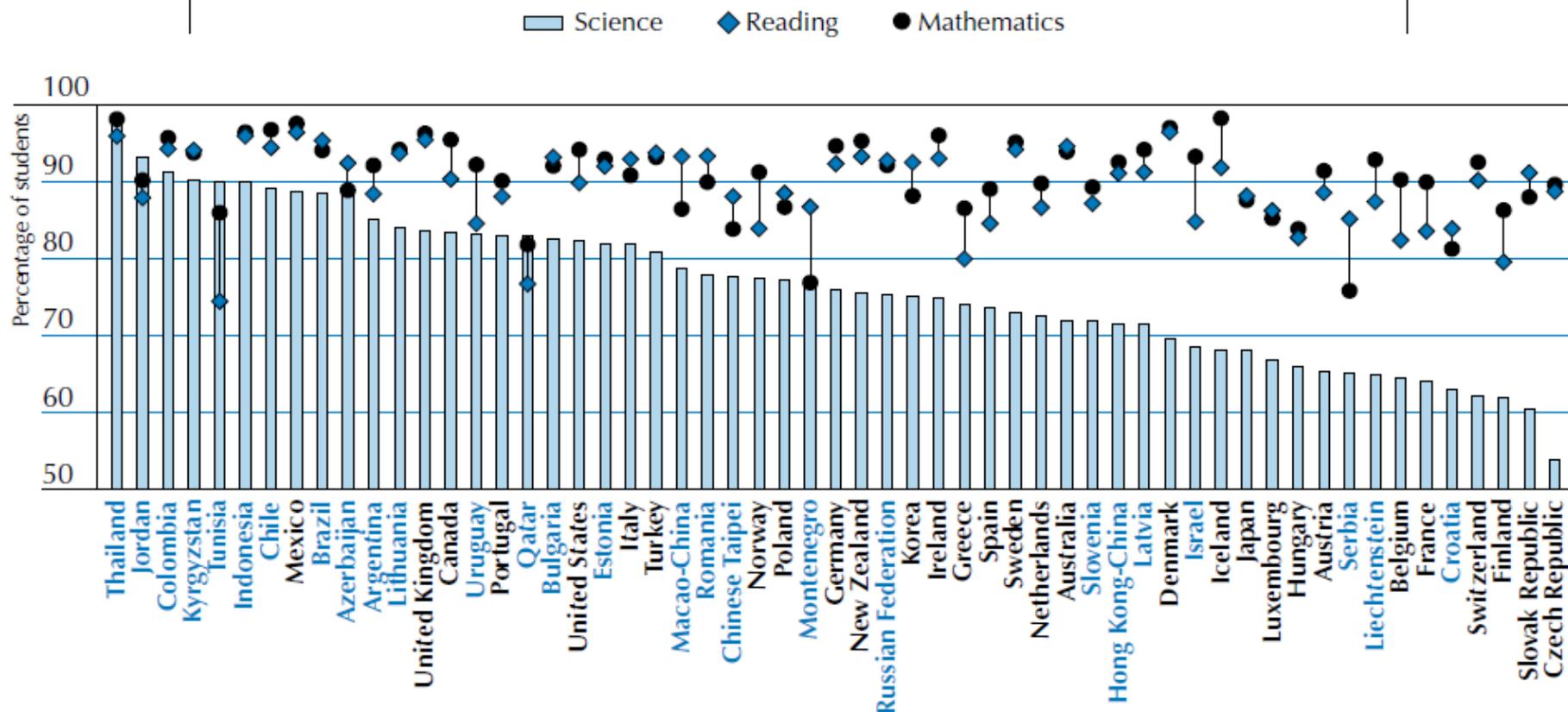
# PISA CIENCIA VS NÚMERO DE ALUMNOS POR PROFESOR

- El número de alumnos por profesor en primaria/secundaria es de:
  - México: 28.3/33.7 (lugar 48)
  - Chile: 25.9/25.9 (lugar 39)
  - Corea: 28/20.8 (lugar 11)
  - Brasil: 22.9/18.1 (lugar 51)
  - OCDE: 16.7/13.7
  - Estados Unidos: 14.9/15.1 (lugar 29)
  - Finlandia: 15.9/10 (lugar 1)
  - Hungría: 10.6/10.4 (lugar 21)

# PERCEPCIÓN DE LA IMPORTANCIA DE SALIR BIEN EN LA CIENCIA

## Students' perceptions of the importance of doing well in science, reading and mathematics

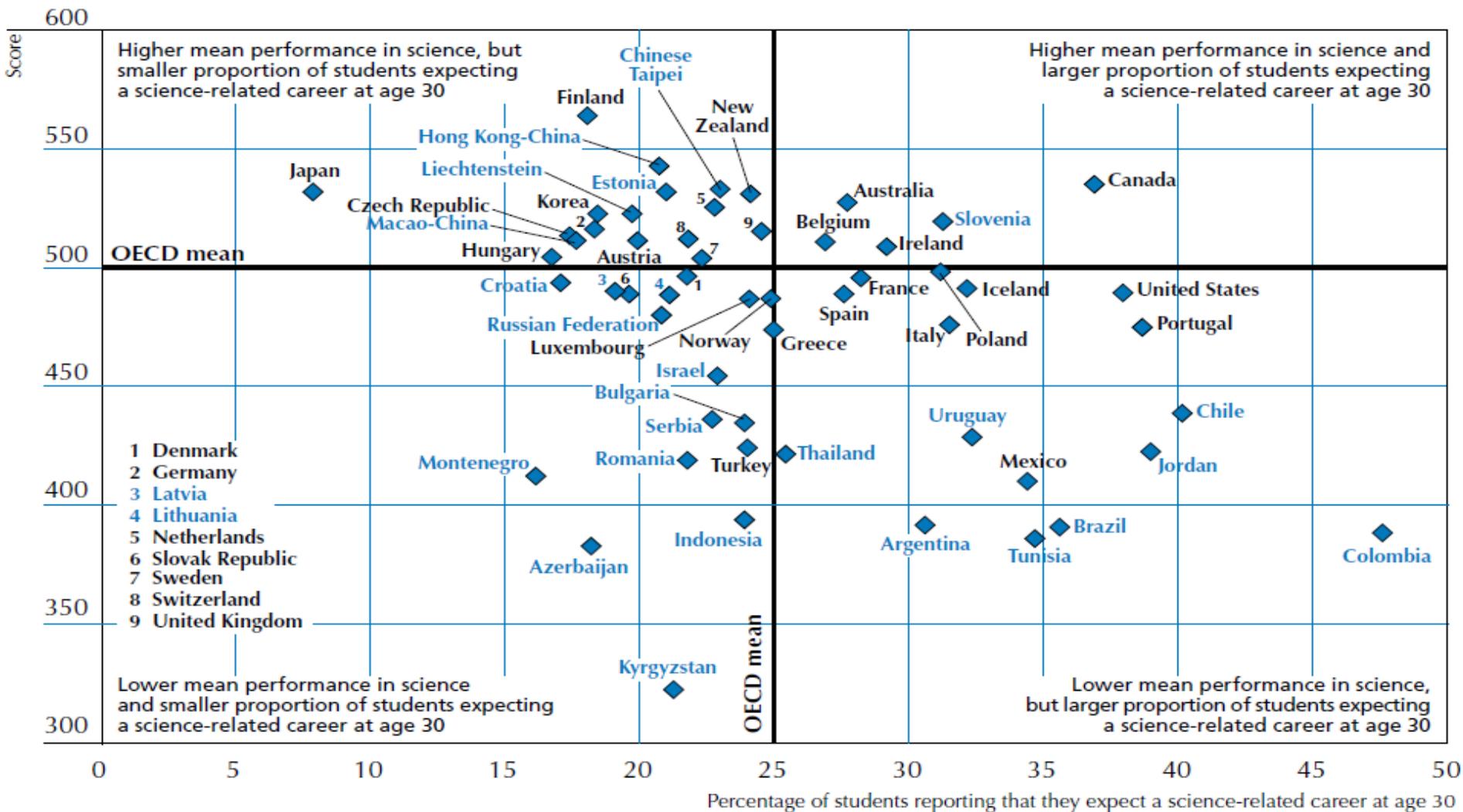
Average percentage of students still following science courses at school reporting that doing well in the following subject is important or very important:



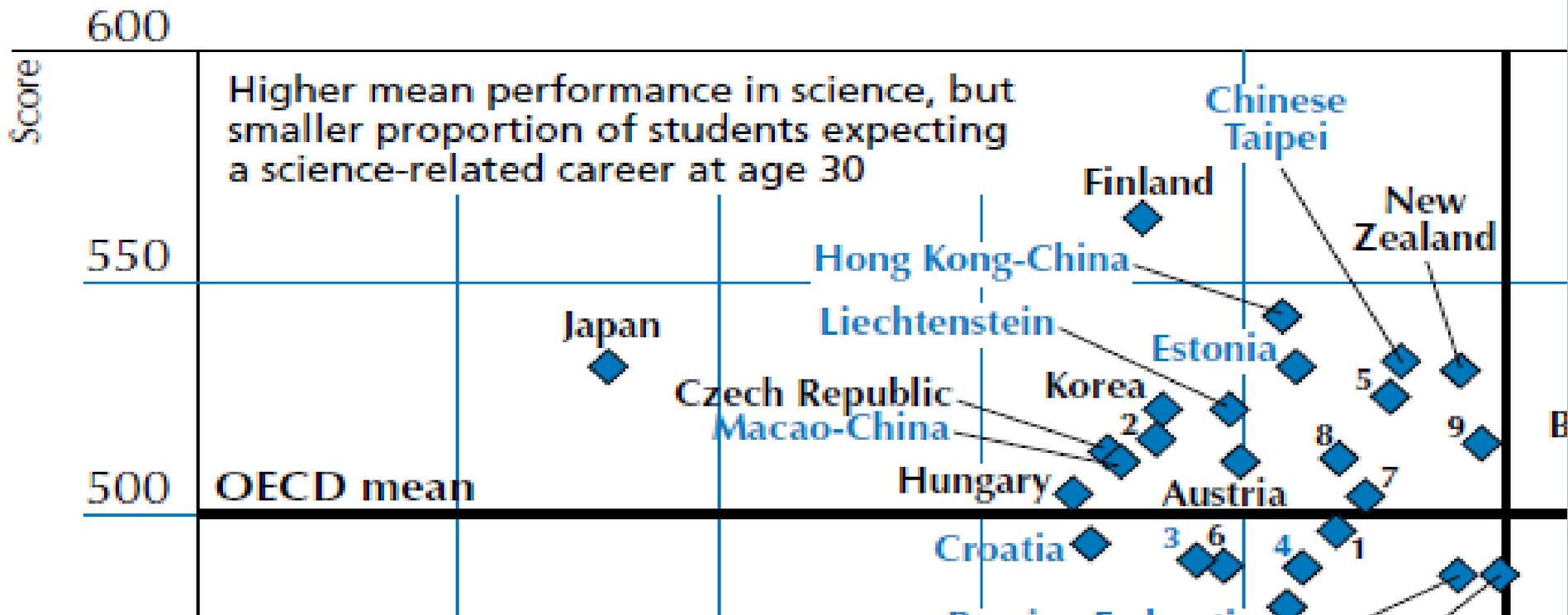
# MOTIVACIÓN PARA APRENDER CIENCIA

- Me gustaría trabajar en una carrera relacionada con ciencia.
  - México: 64%, OCDE: 37%, Finlandia: 26%
- Me gustaría trabajar en proyectos de ciencia cuando sea adulto.
  - México: 53%, OCDE: 27%, Finlandia: 21%
- Me gustaría dedicarme en mi vida haciendo ciencia avanzada.
  - México: 42%, OCDE: 21%, Finlandia: 12%

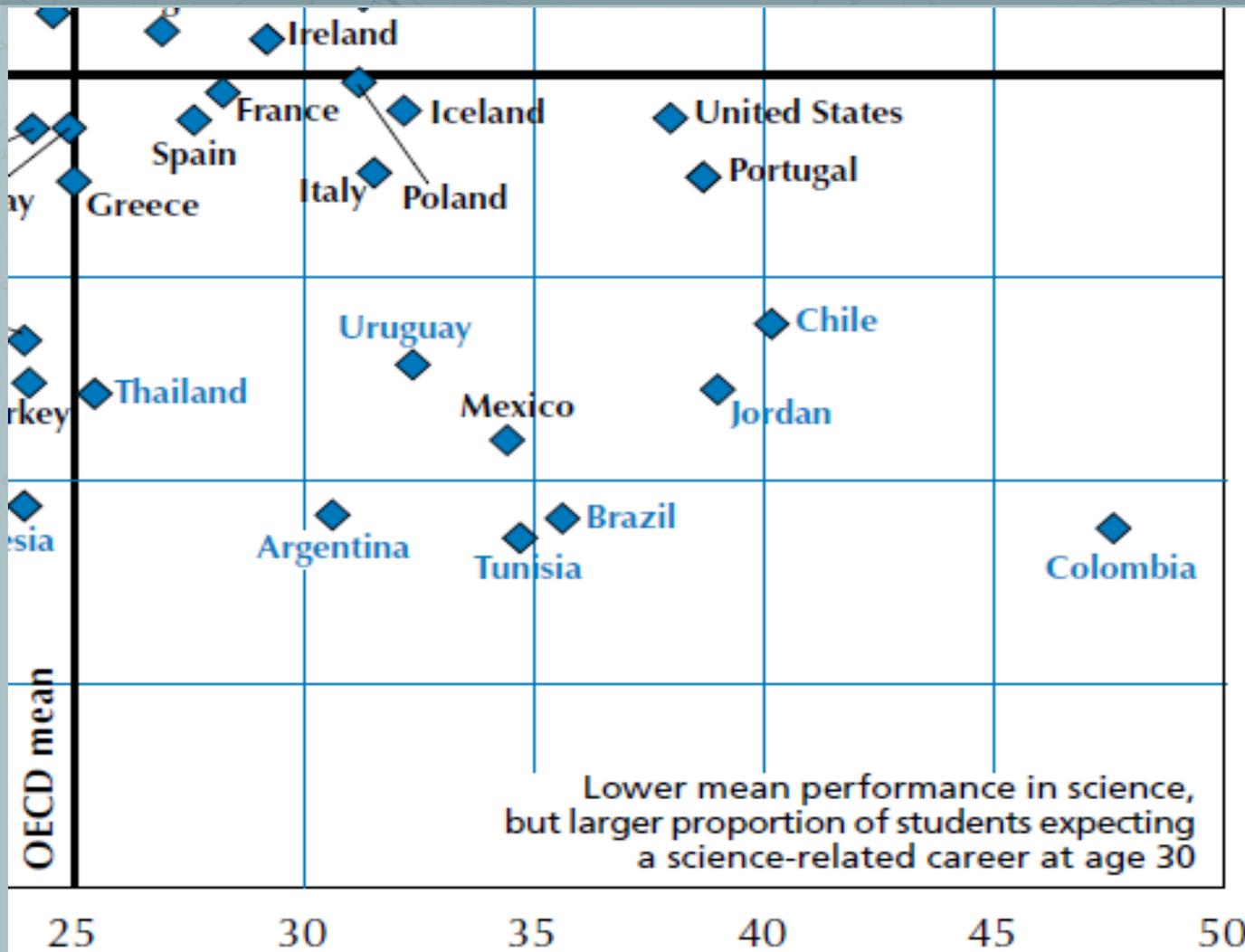
# DESEMPEÑO EN PISA VS EXPECTATIVA DE HACER UNA CARRERA EN CIENCIA



# DESEMPEÑO EN PISA VS EXPECTATIVA DE HACER UNA CARRERA EN CIENCIA

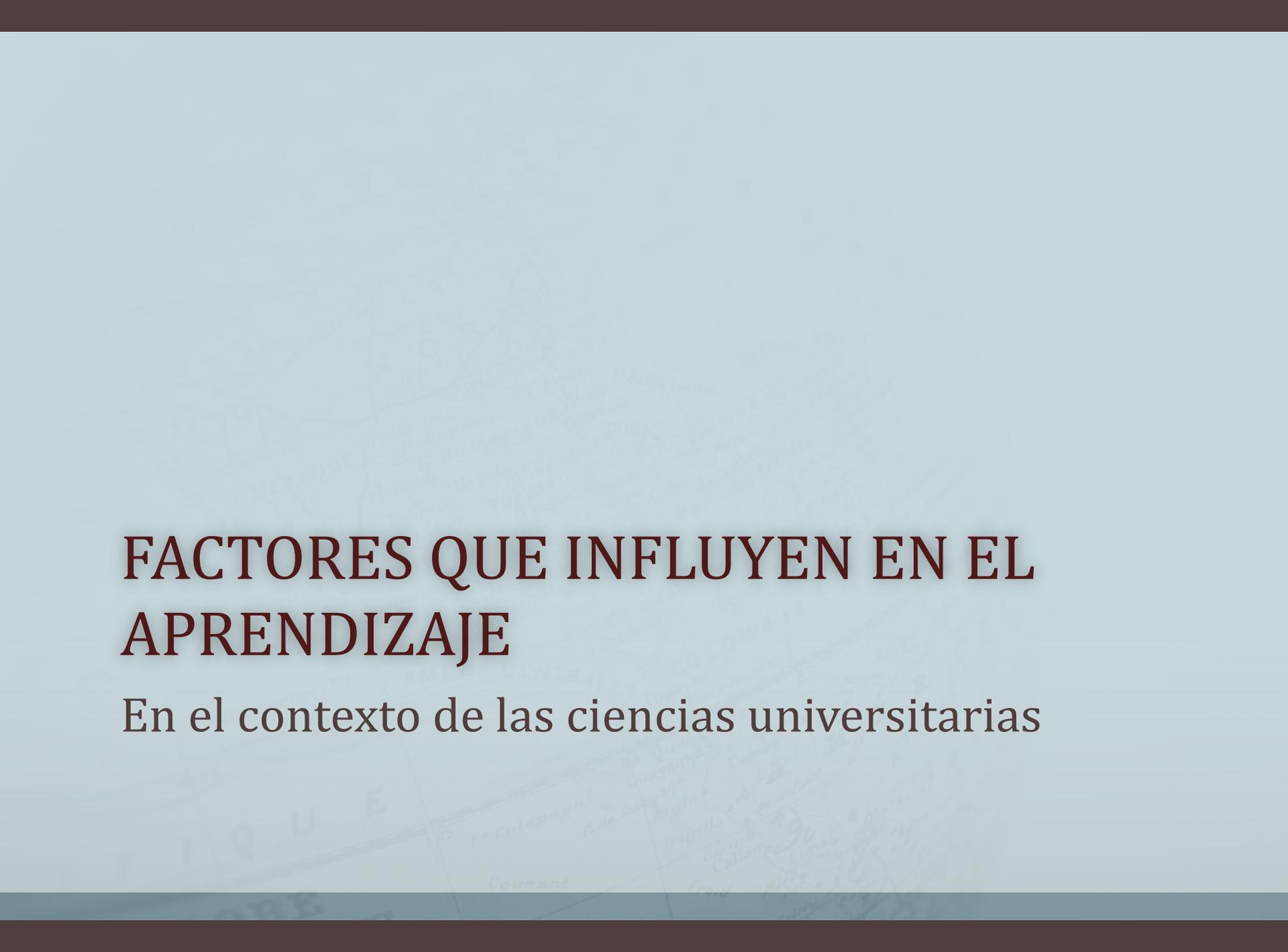


# DESEMPEÑO EN PISA VS EXPECTATIVA DE HACER UNA CARRERA EN CIENCIA



# PROBLEMÁTICA

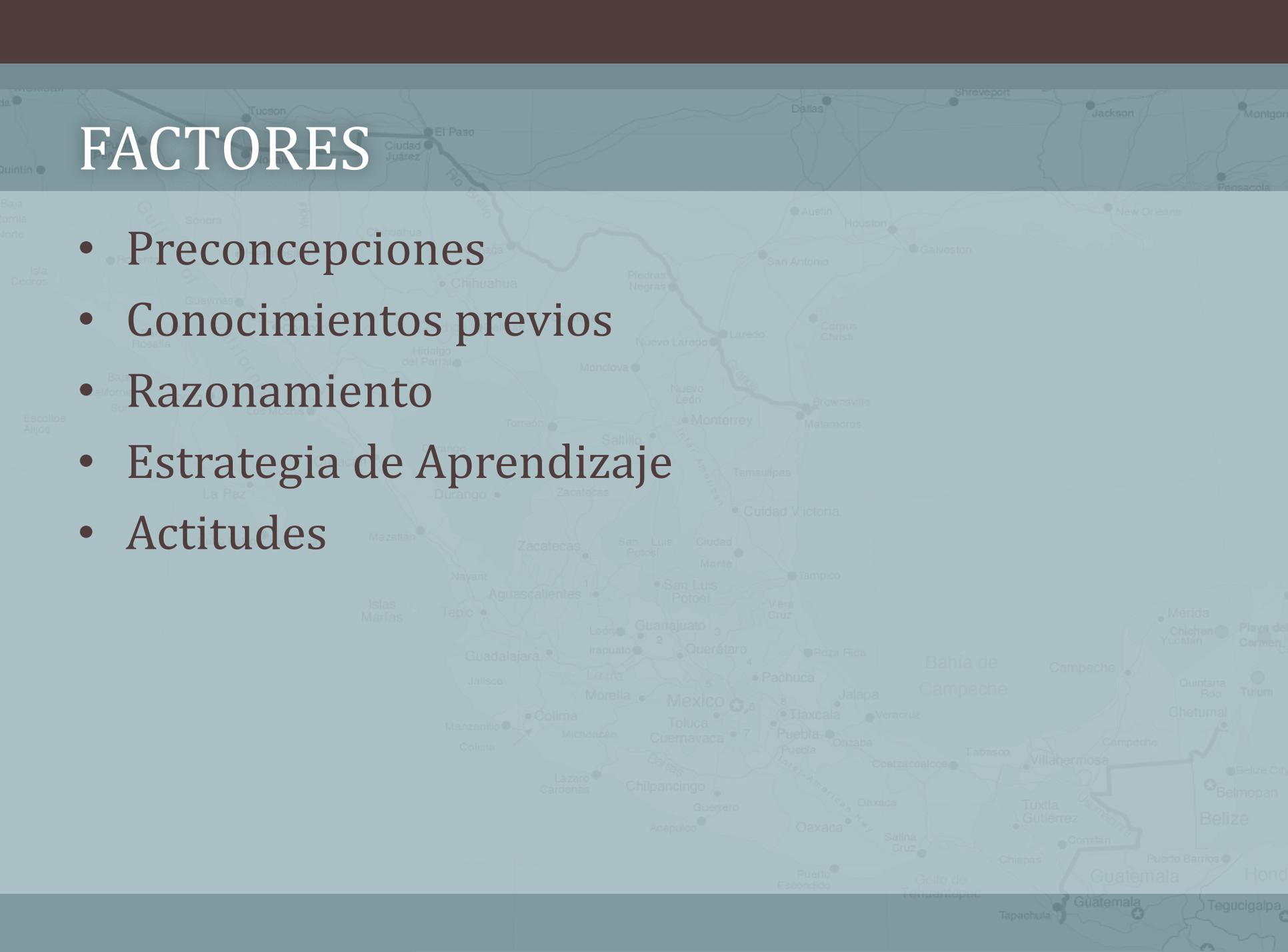
- México es un país con bajo desempeño en Ciencia.
- Evaluación Enlace demuestra lo mismo (en esta ocasión no presentaré resultados de este diagnóstico)
- Diversos factores influyen en esta problemática.

A faint, light-colored map of Peru is visible in the background, showing the country's outline and some internal regional boundaries. The map is centered behind the text.

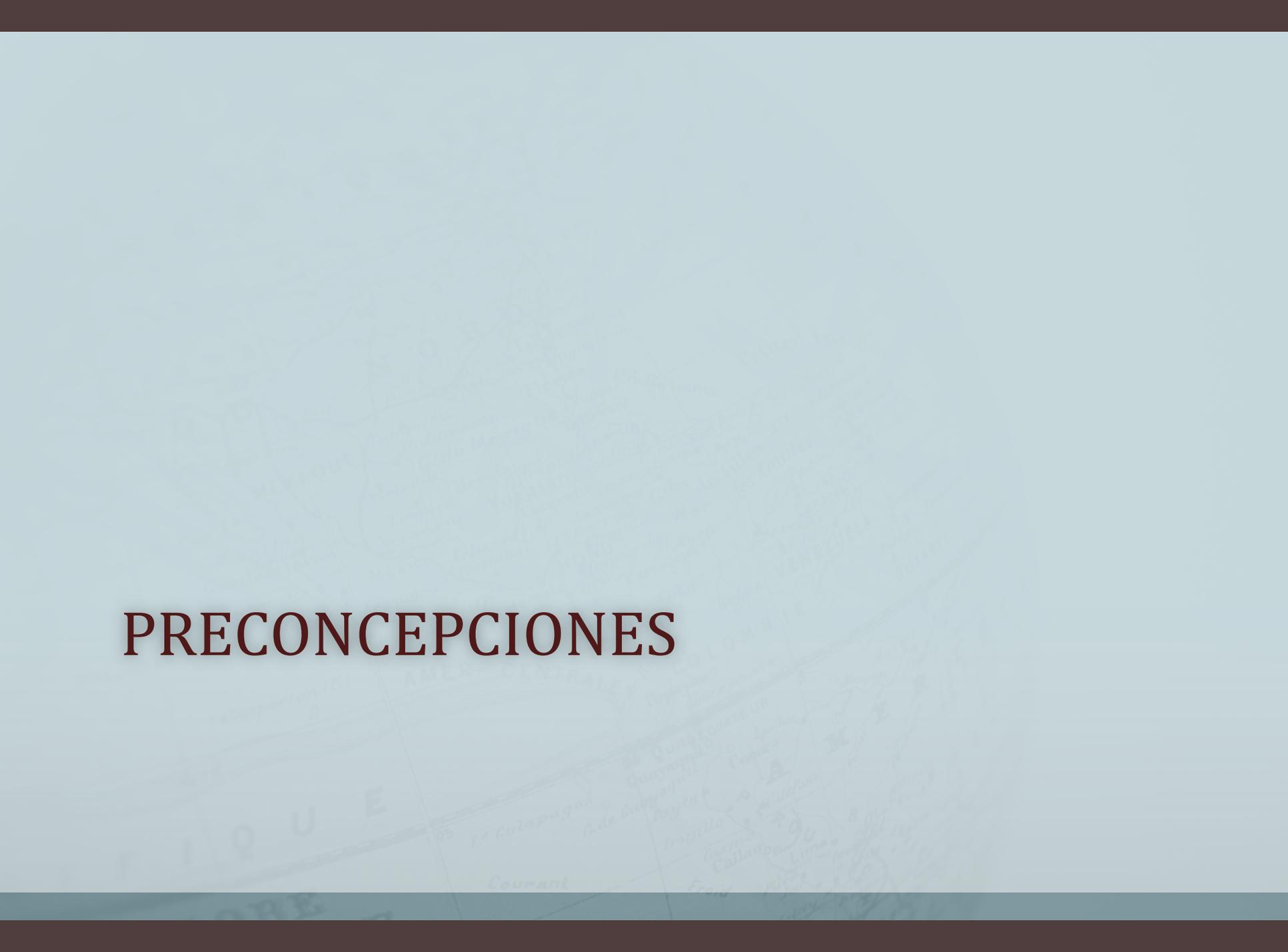
# FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE

En el contexto de las ciencias universitarias

# FACTORES

A map of Mexico with a highlighted route starting from the northern border near El Paso and Ciudad Juárez, passing through Chihuahua, Laredo, Monterrey, and ending in Mexico City. The route is marked with numbered stops from 1 to 8. The map also shows major cities, states, and geographical features like the Gulf of Mexico and the Yucatan Peninsula.

- Preconcepciones
- Conocimientos previos
- Razonamiento
- Estrategia de Aprendizaje
- Actitudes

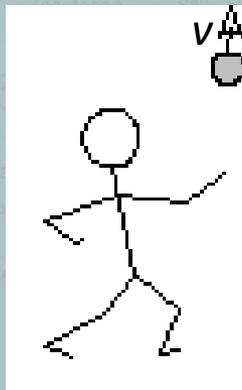


# PRECONCEPCIONES



# EJEMPLO

Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba. Mientras sube, sin tomar en cuenta la fricción del aire, ¿qué dirección tiene la fuerza neta sobre el objeto?



# EJEMPLO

Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba. Mientras sube, sin tomar en cuenta la fricción del aire, ¿qué dirección tiene la fuerza neta sobre el objeto?

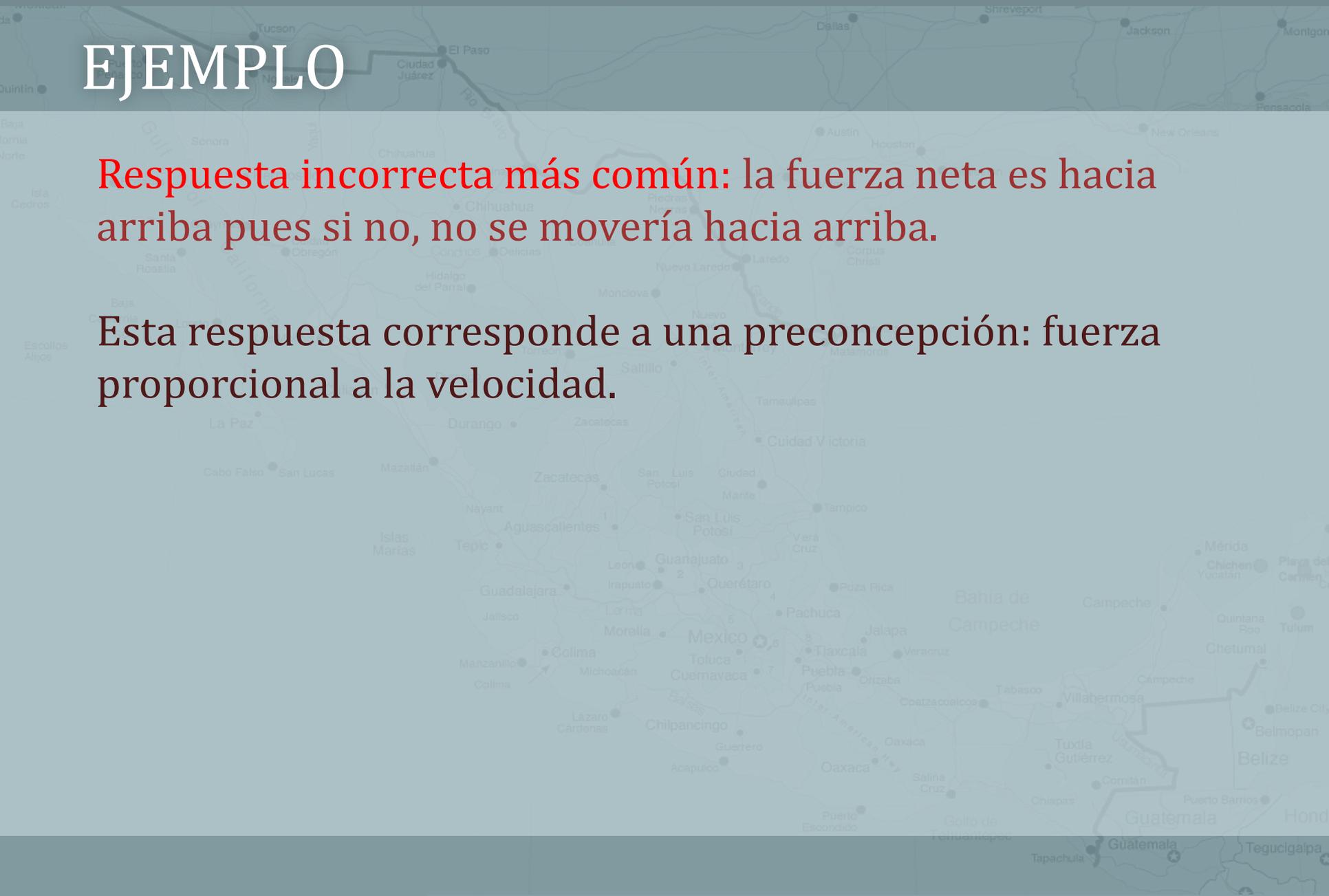
**Respuesta correcta:** la fuerza neta es hacia abajo pues la fuerza gravitacional es la única fuerza sobre el objeto.

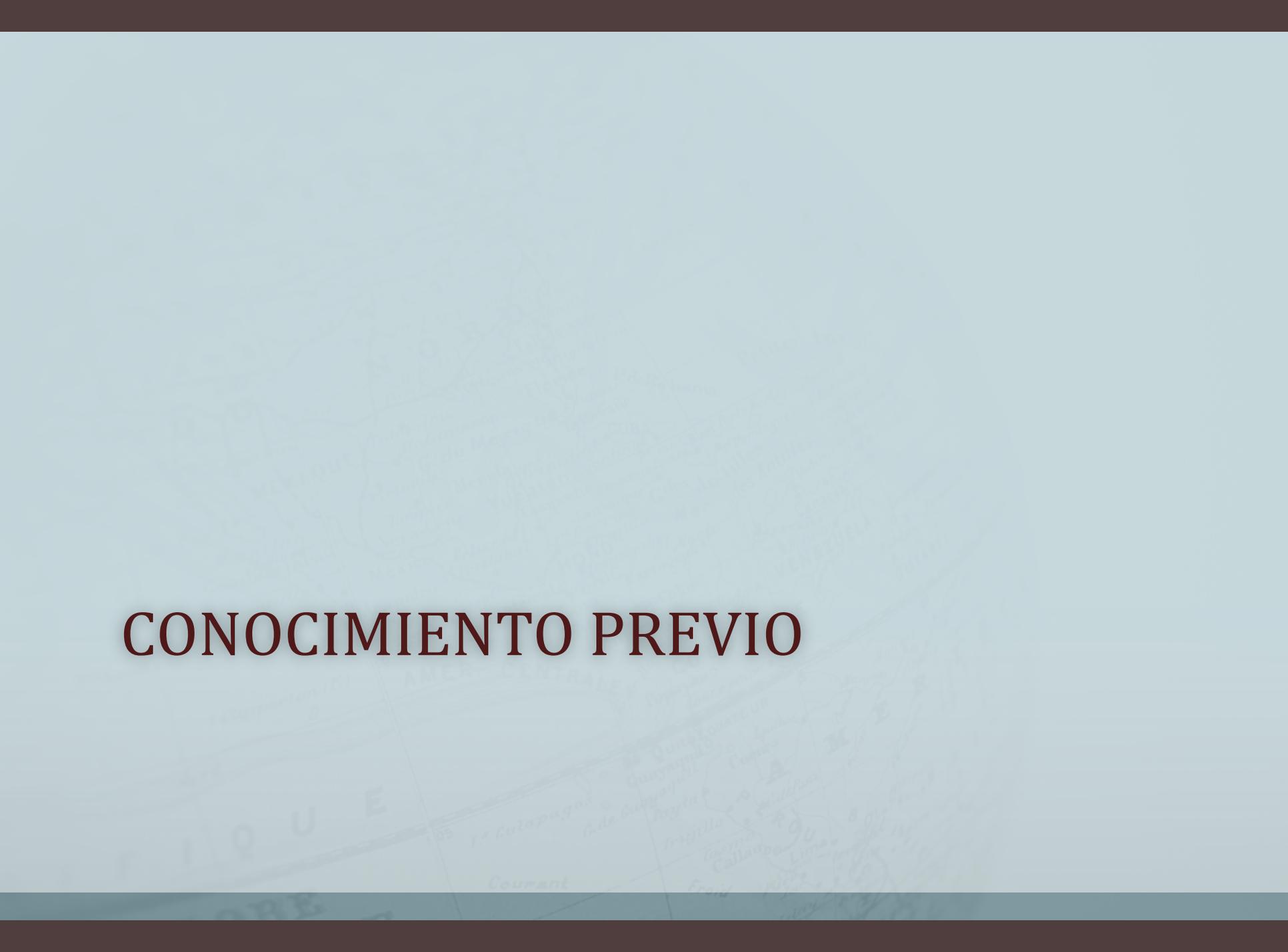
**Respuesta incorrecta más común:** la fuerza neta es hacia arriba pues si no, no se movería hacia arriba.

# EJEMPLO

**Respuesta incorrecta más común:** la fuerza neta es hacia arriba pues si no, no se movería hacia arriba.

Esta respuesta corresponde a una preconcepción: fuerza proporcional a la velocidad.





# CONOCIMIENTO PREVIO

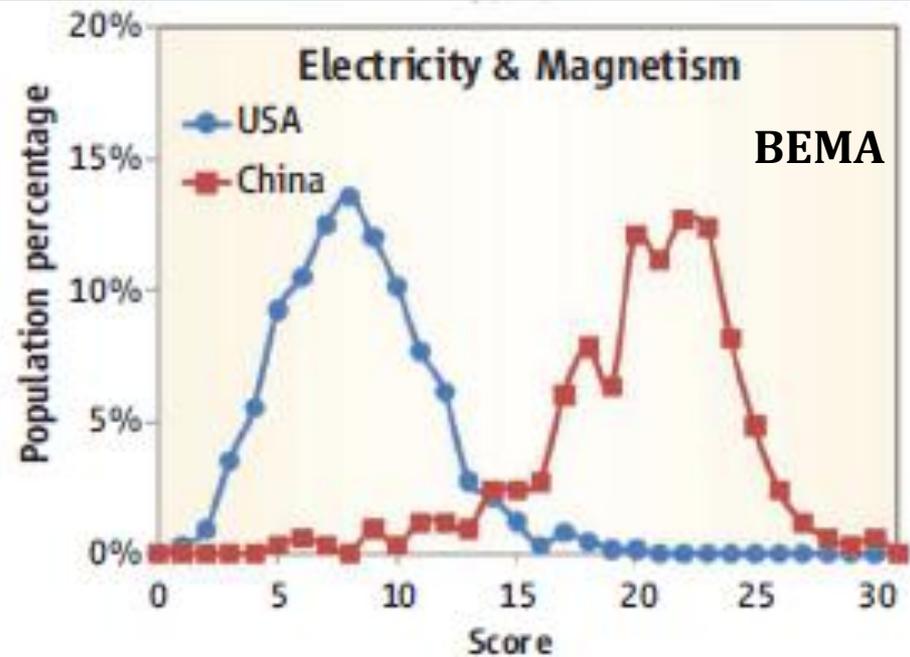
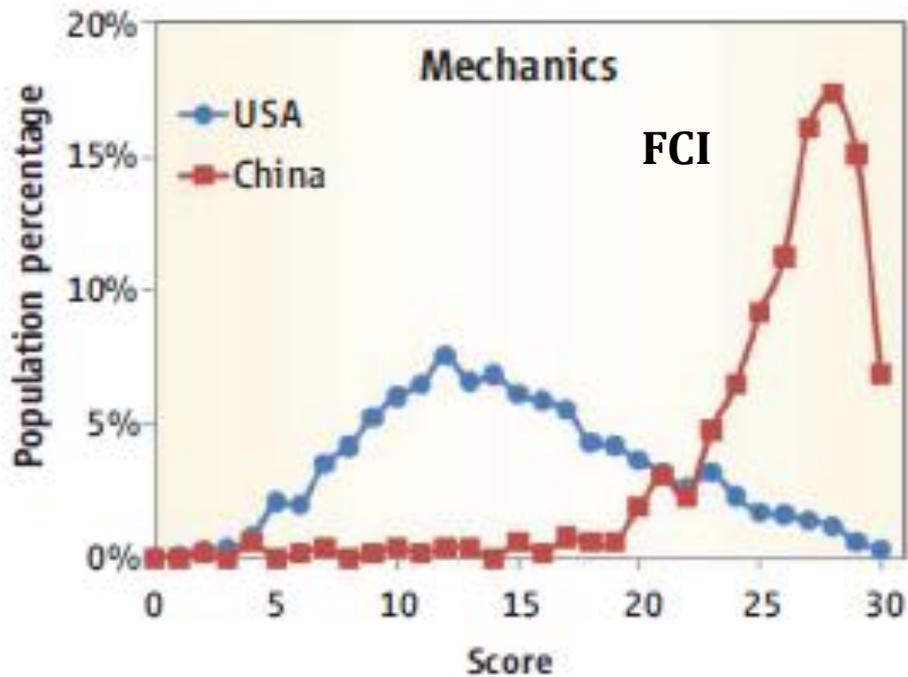
# INVENTARIO DE CONCEPTOS

- Un examen diagnóstico que evalúa conceptos se le denomina en el área de la educación en las ciencias un inventario de conceptos.
- Los inventarios toman en cuenta las preconcepciones para formar las respuestas incorrectas.
- Hay inventarios en varias disciplinas y áreas de las ciencias.

# INVENTARIO DE CONCEPTOS

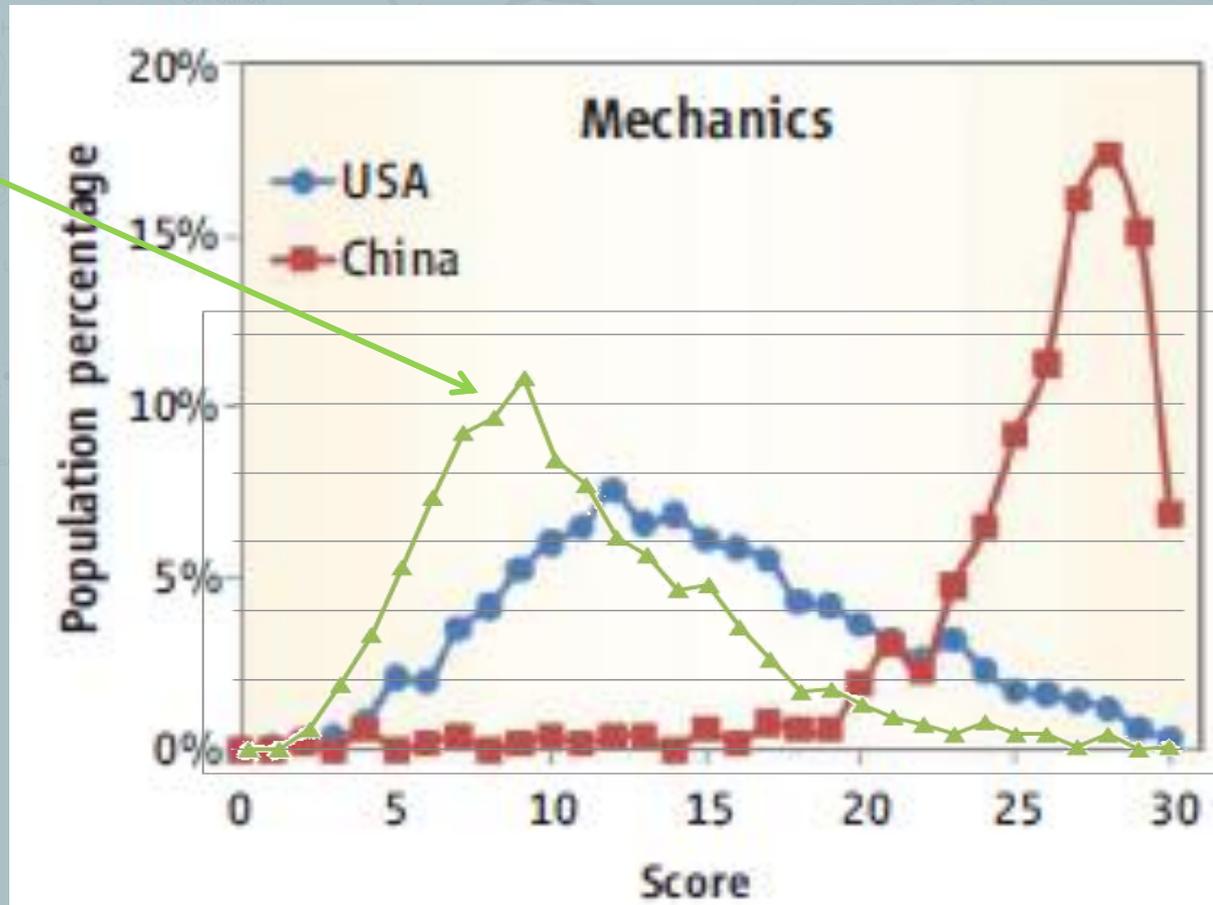
- En Física, específicamente en mecánica se usa el FCI (Force Concept Inventory), inventario del concepto de fuerza (Hestenes et al., 1992).
- En electricidad y magnetismo hay varios inventarios como el BEMA, Brief Electricity and Magnetism Assessment (Ding et al., 2006).

# CONOCIMIENTOS PREVIOS

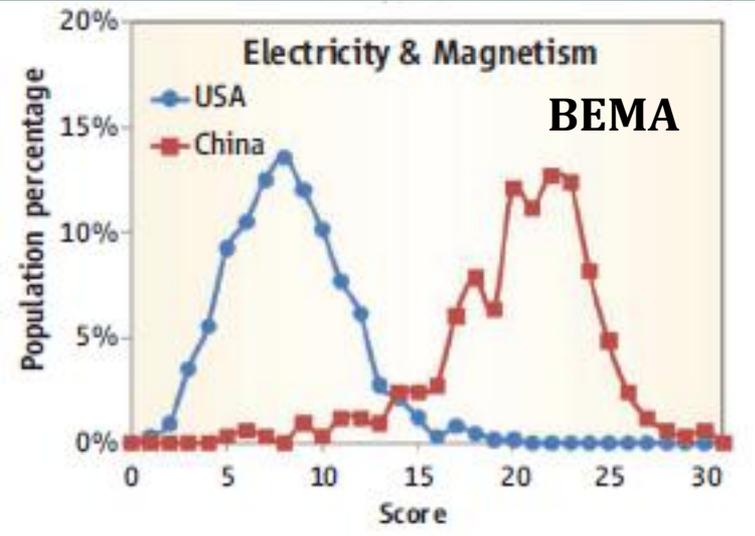


# CONOCIMIENTOS PREVIOS

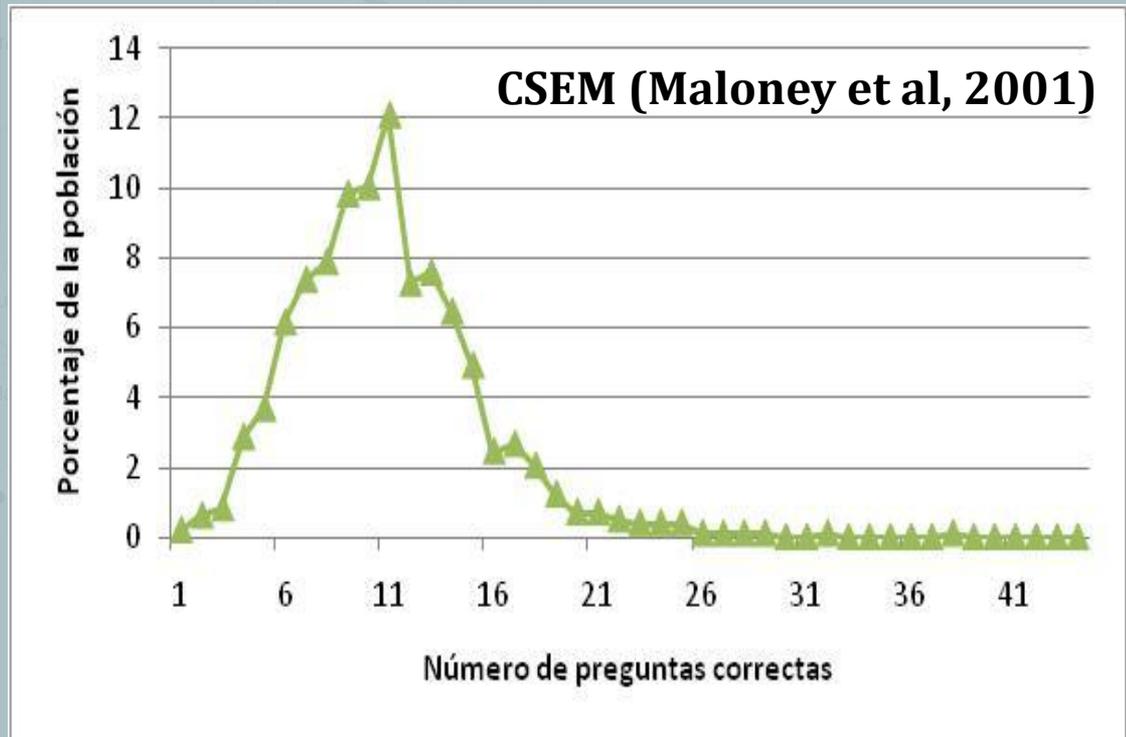
Universidad  
privada  
mexicana



# ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

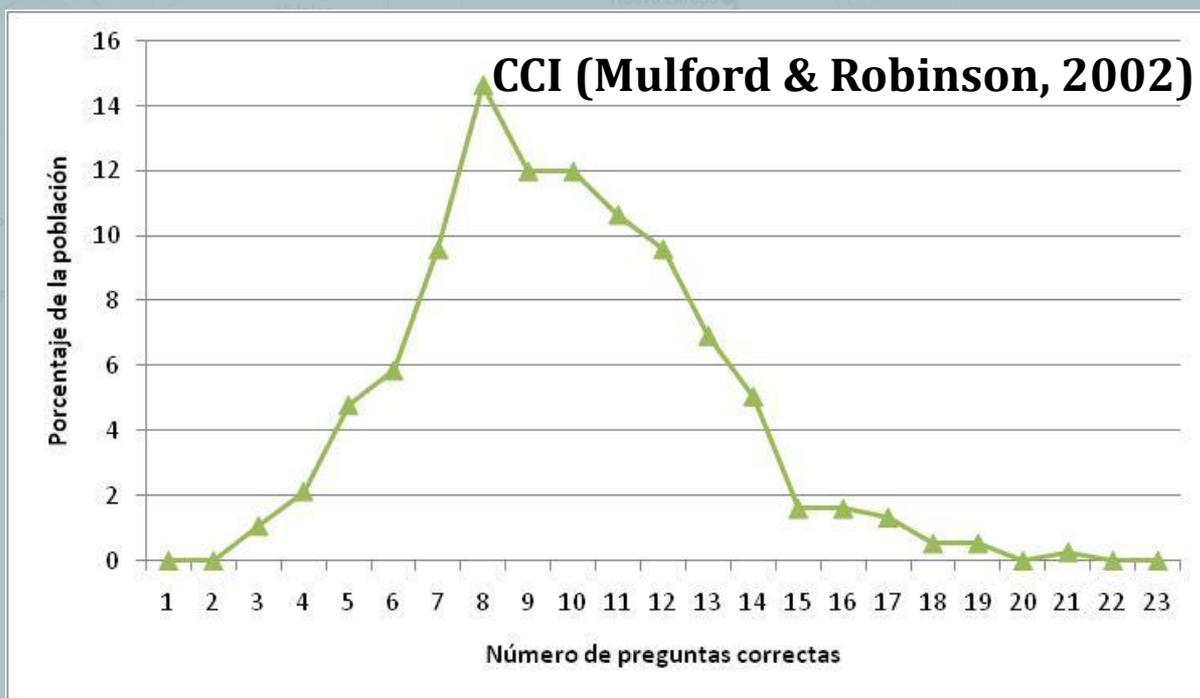


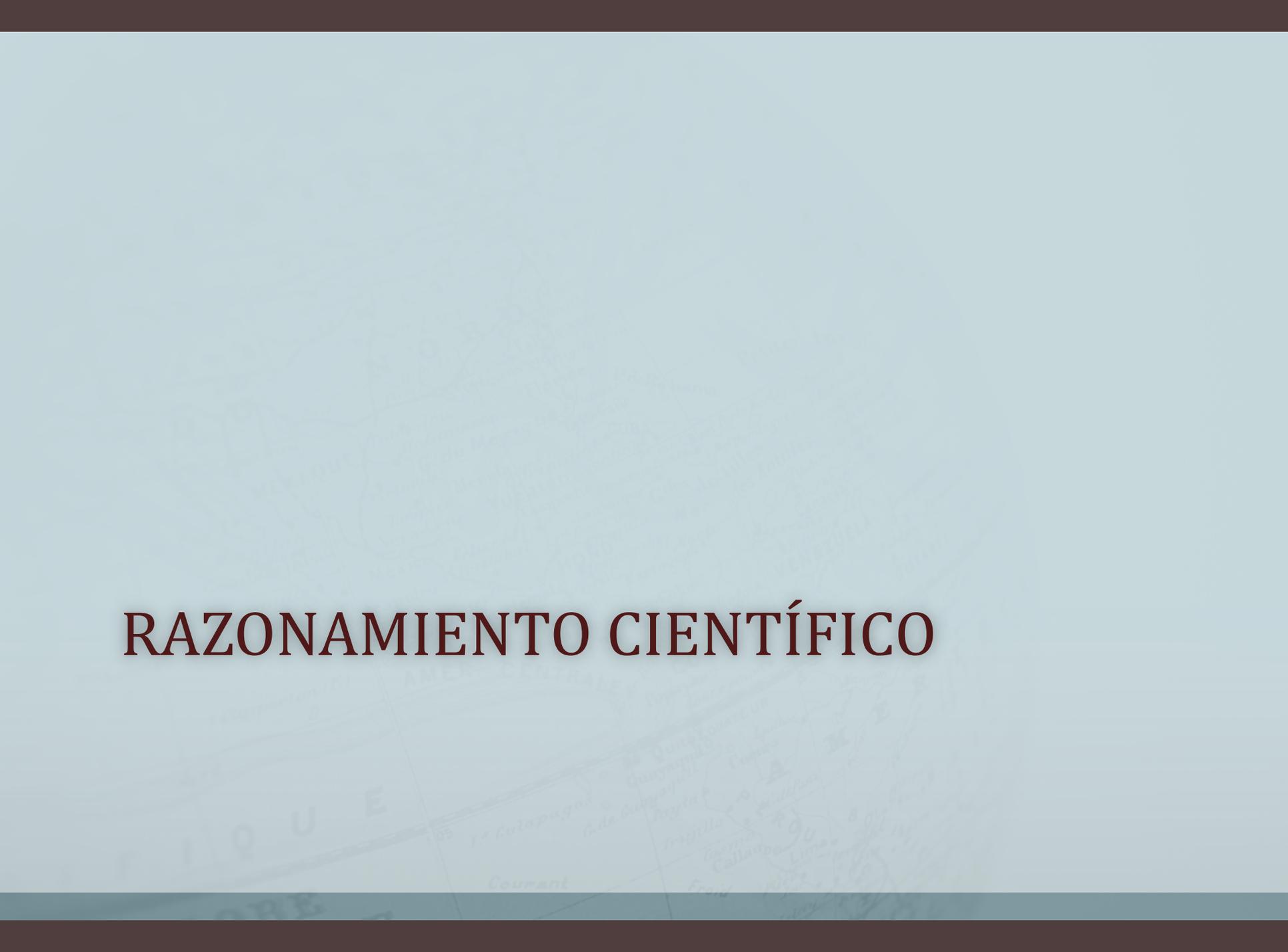
Universidad privada mexicana



# QUÍMICA GENERAL

Universidad privada mexicana



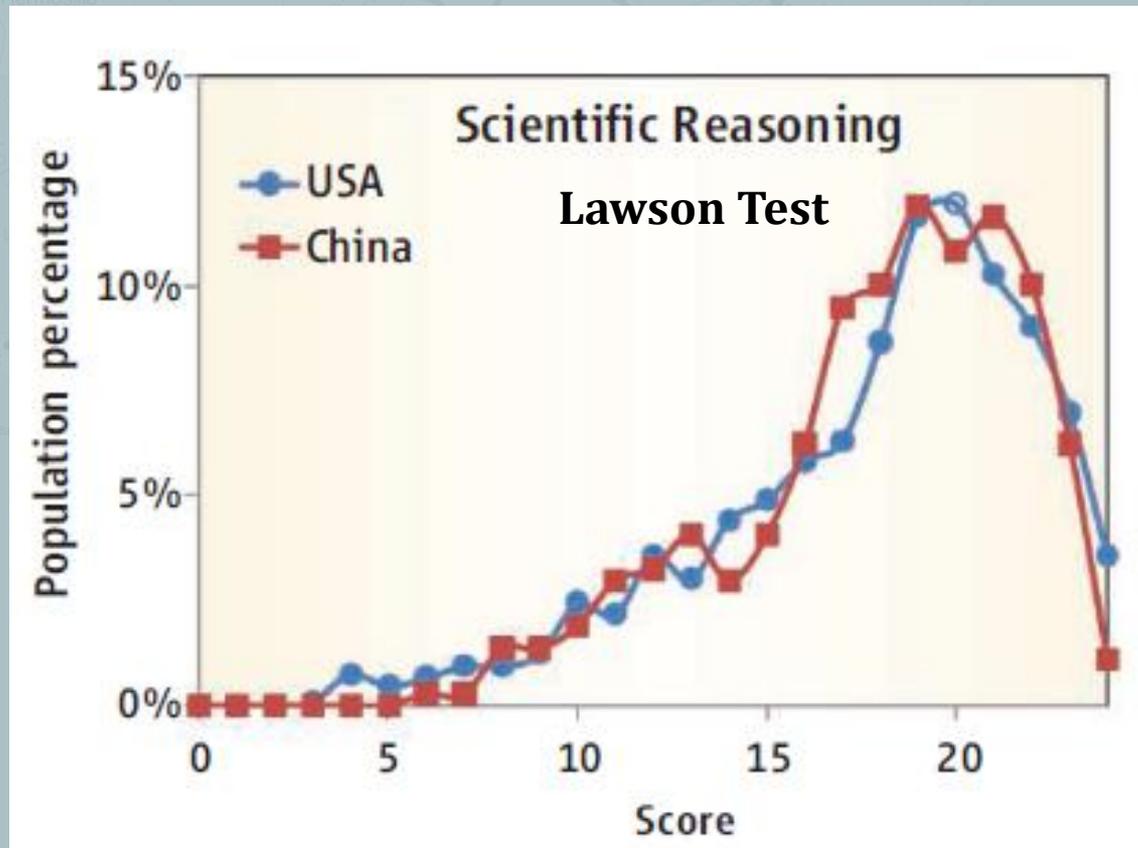
A faded, light-colored map of the Americas is visible in the background. It shows the outlines of North and South America with some labels like 'AMER. CENTRALES' and 'AMER. MERIDIONALES'. The map is centered on the Atlantic Ocean.

# RAZONAMIENTO CIENTÍFICO

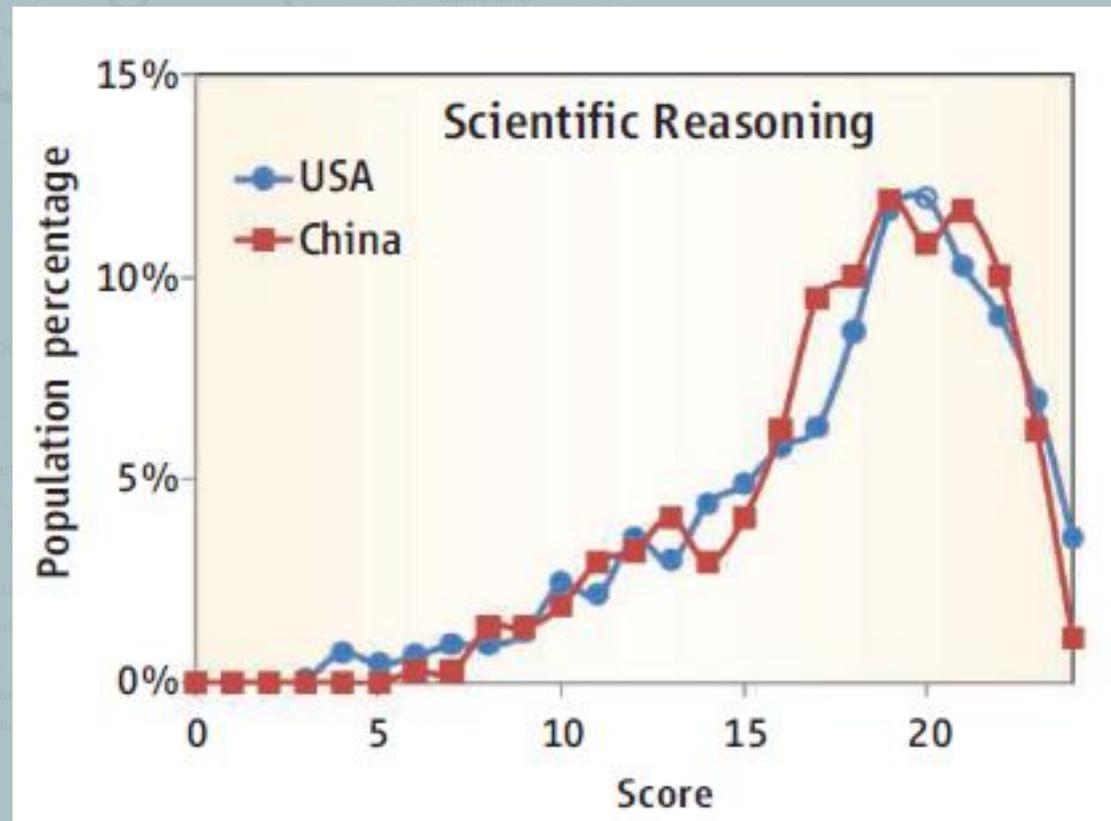
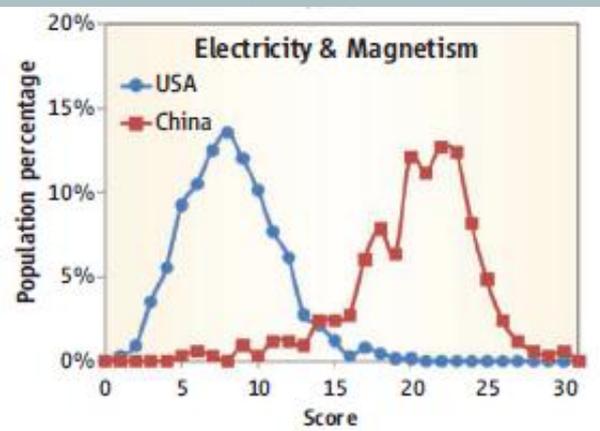
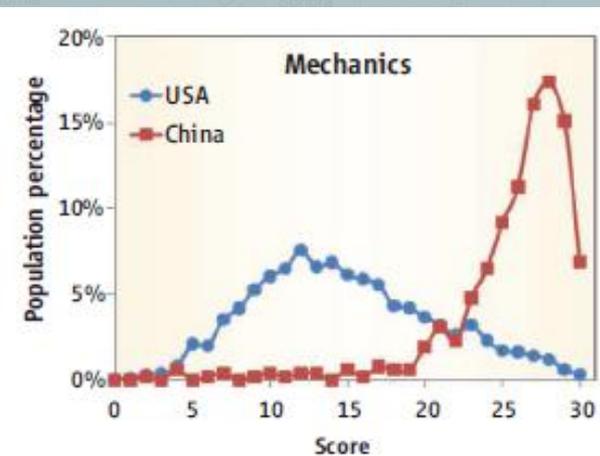
# LAWSON TEST

Entre los múltiples herramientas para medir razonamiento científico, una de las más usadas en la actualidad es el llamado Lawson Test (Lawson, 1978).

# RAZONAMIENTO CIENTÍFICO

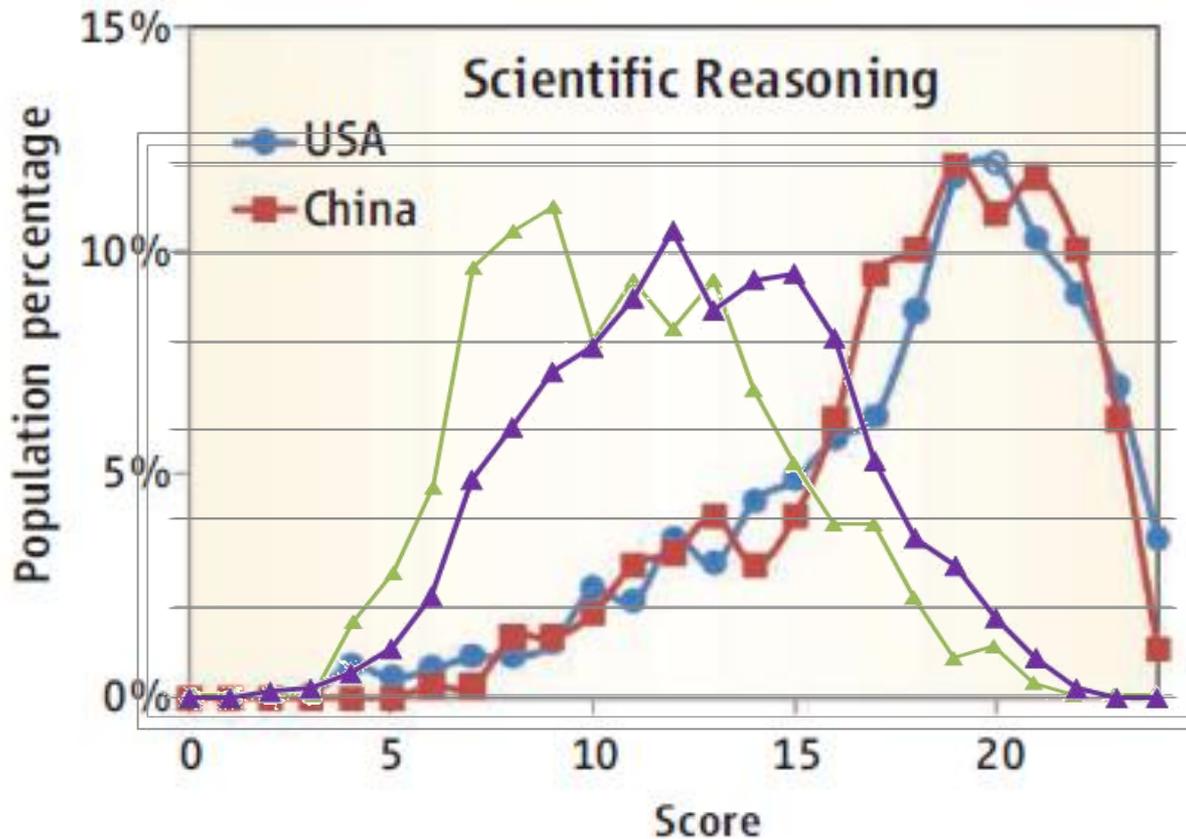


# RAZONAMIENTO CIENTÍFICO



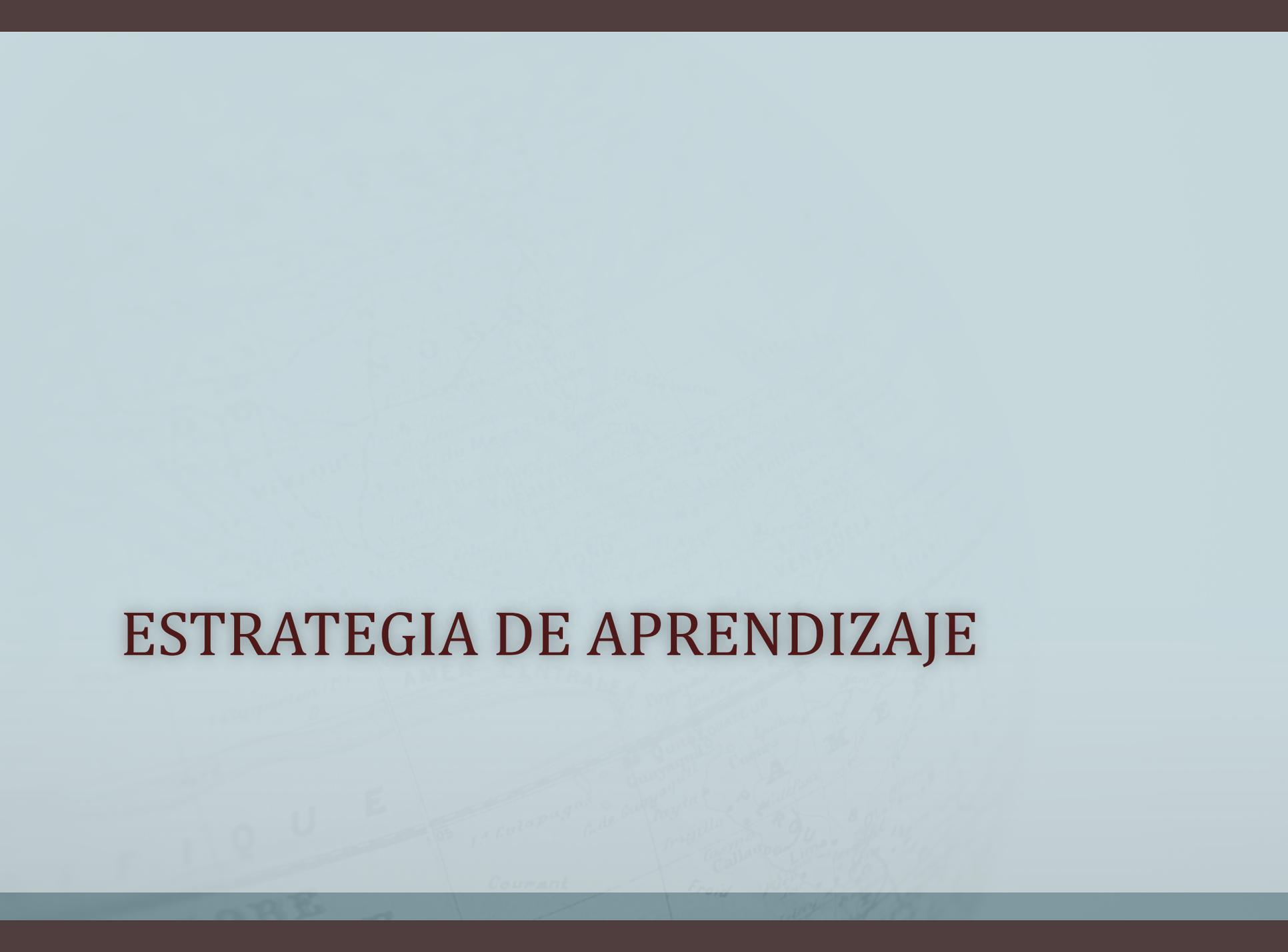
# RAZONAMIENTO CIENTÍFICO

Universidad  
privada  
mexicana 1



Universidad  
privada  
mexicana 2



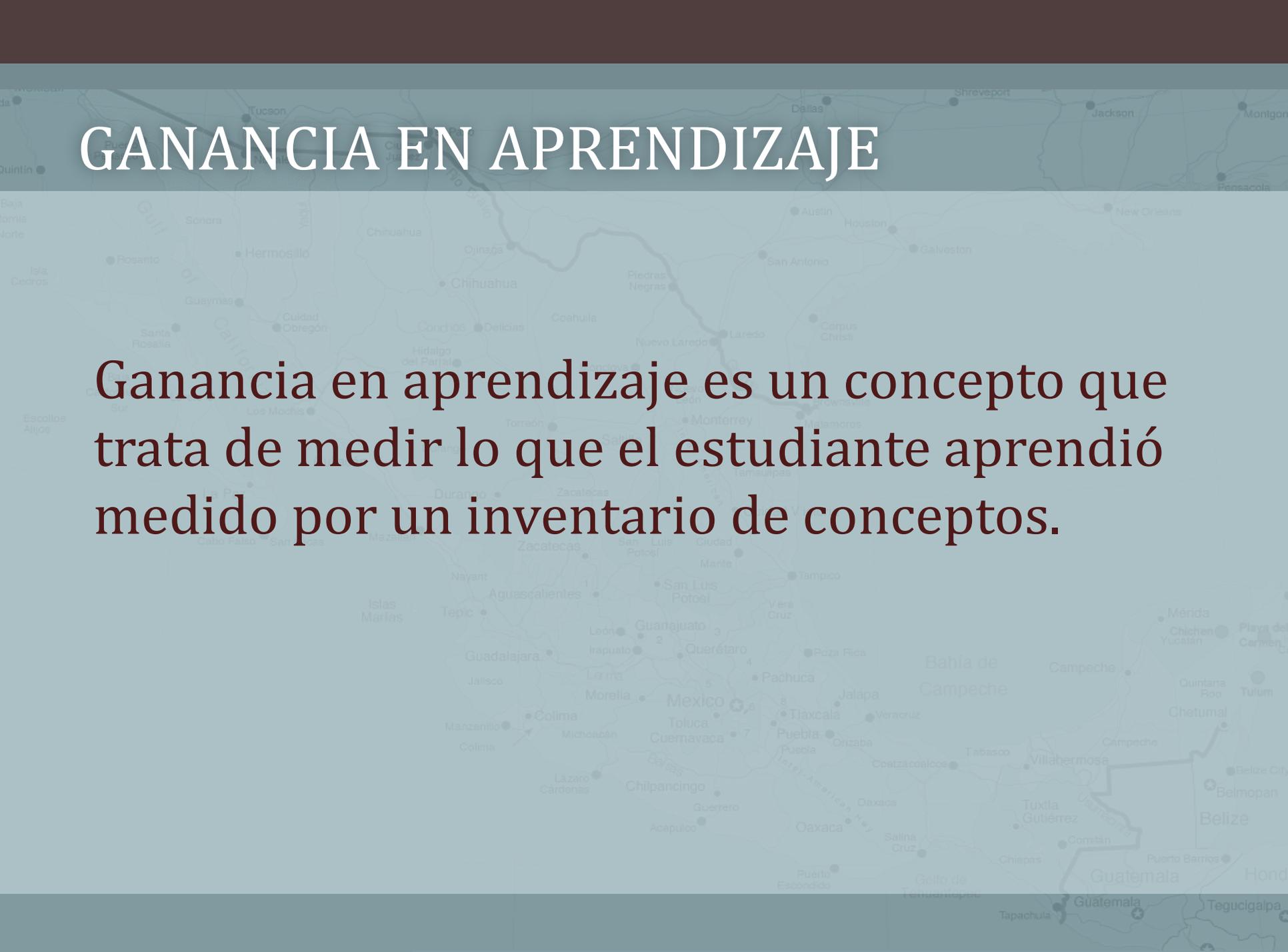
A faded, light-colored map of South America is visible in the background. It shows the outlines of countries and some major cities. The map is centered on the continent, with labels for 'AMER. CENTRALE' and 'AMER. SUD' visible. The title 'ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE' is overlaid on the map.

# ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

# ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

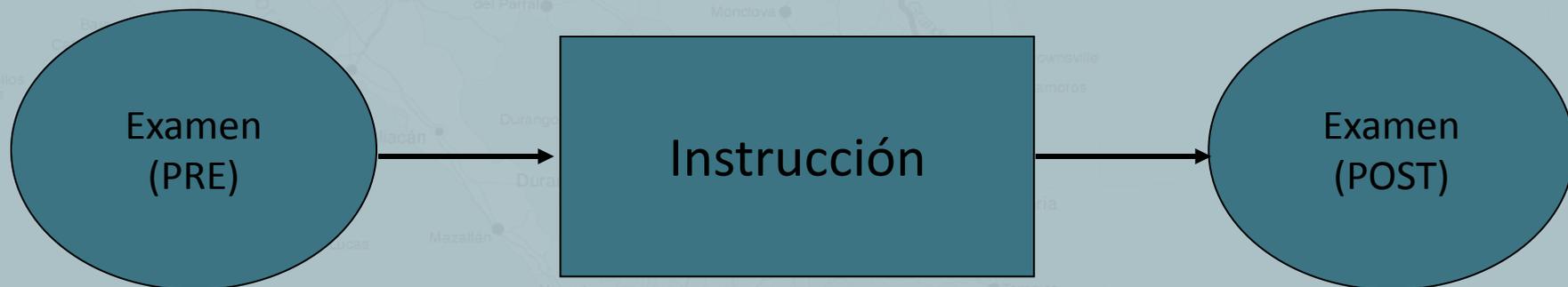
- En los últimos tiempos han sido desarrolladas estrategias de enseñanza/aprendizaje que toman en cuenta el contexto, la física, la química, la biología o las matemáticas.
- Todas estas estrategias hacen uso del aprendizaje activo en el cual el estudiante es parte central de la estrategia.
- Para medir el éxito de una estrategia se necesita una estrategia de evaluación y una manera sencilla de hacerlo es por medio de la ganancia.

# GANANCIA EN APRENDIZAJE

A map of Mexico with a highlighted path starting from the Gulf of California and moving through the northern states of Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo Laredo, and Tamaulipas. The path is marked with a thick grey line. Major cities like Hermosillo, Chihuahua, Delicias, and Laredo are labeled. The map also shows other states and cities across Mexico, including Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Jalisco, Morelia, Mexico, Toluca, Cuernavaca, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Campeche, and Yucatán.

Ganancia en aprendizaje es un concepto que trata de medir lo que el estudiante aprendió medido por un inventario de conceptos.

# PRE-POST



# GANANCIA

Ganancia absoluta

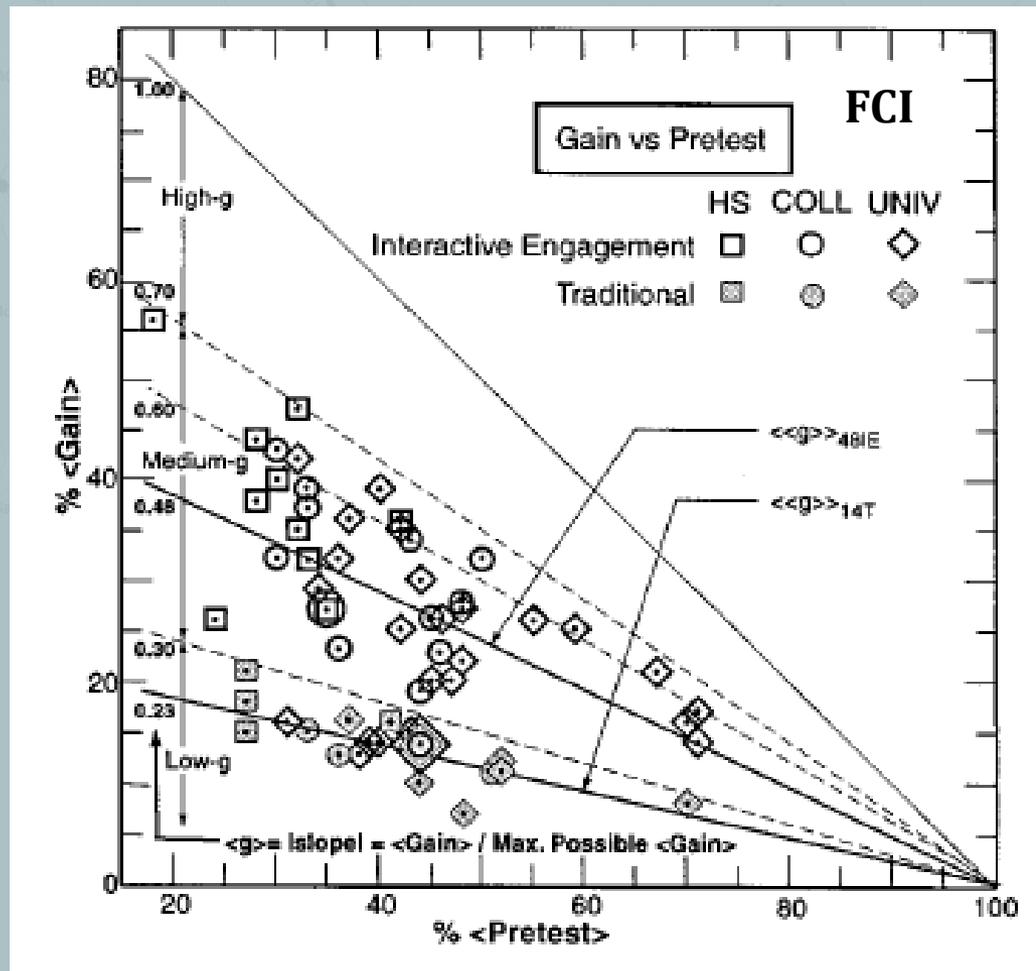
$$G = S_{post} - S_{pre}$$

Ganancia relativa

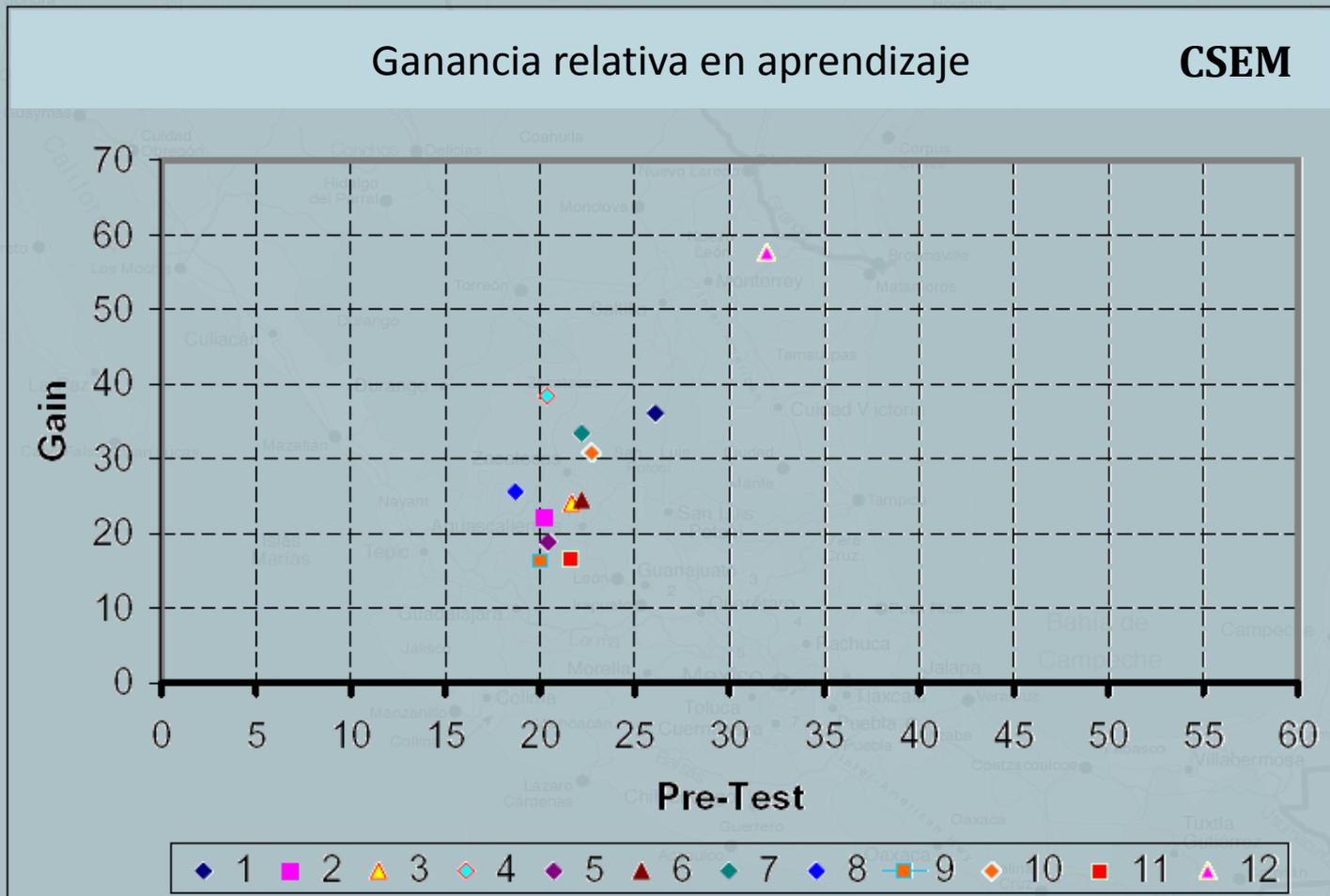
$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{1 - S_{pre}}$$

Es el porcentaje que se aprende de lo que se pudo haber aprendido

# ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

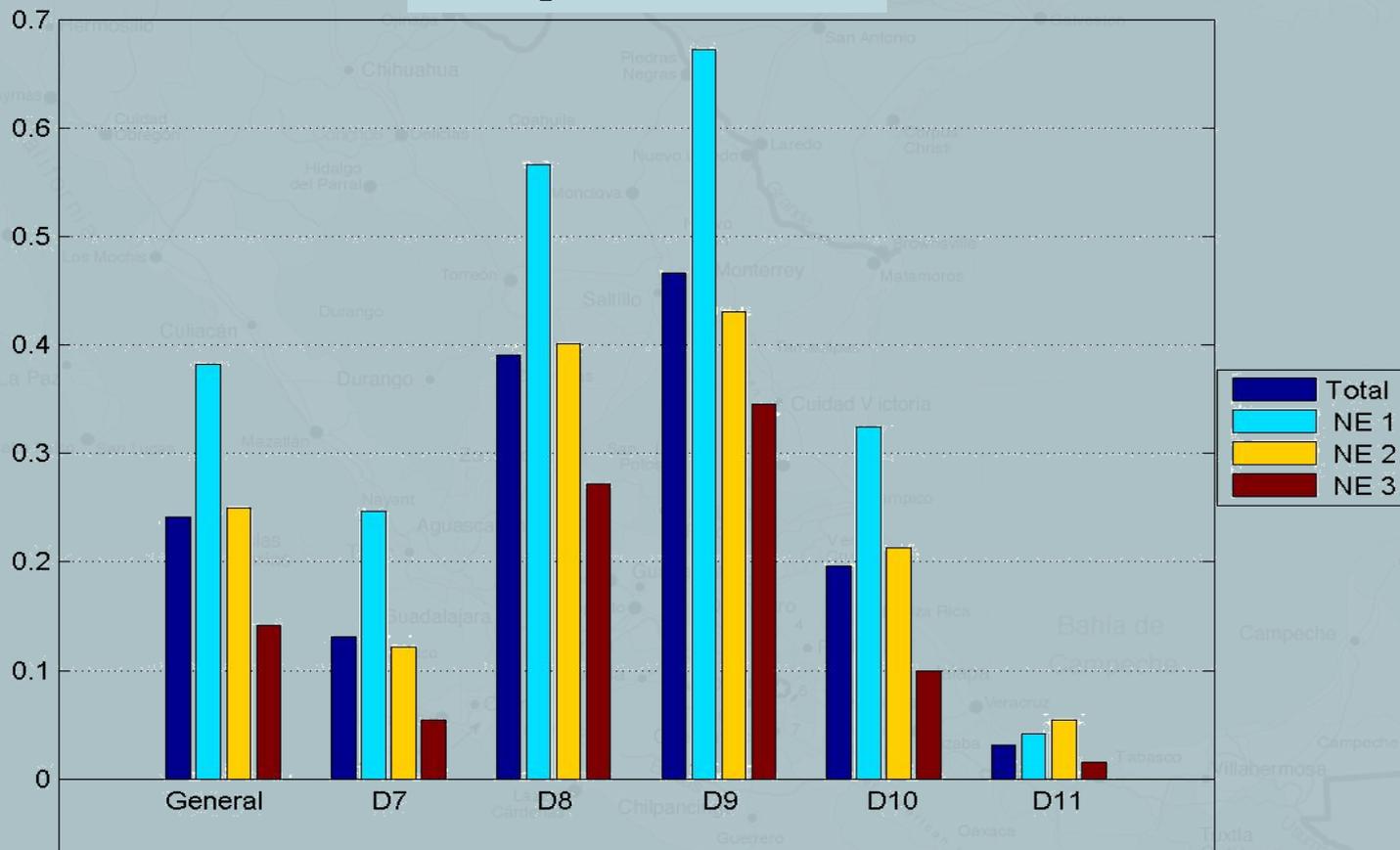


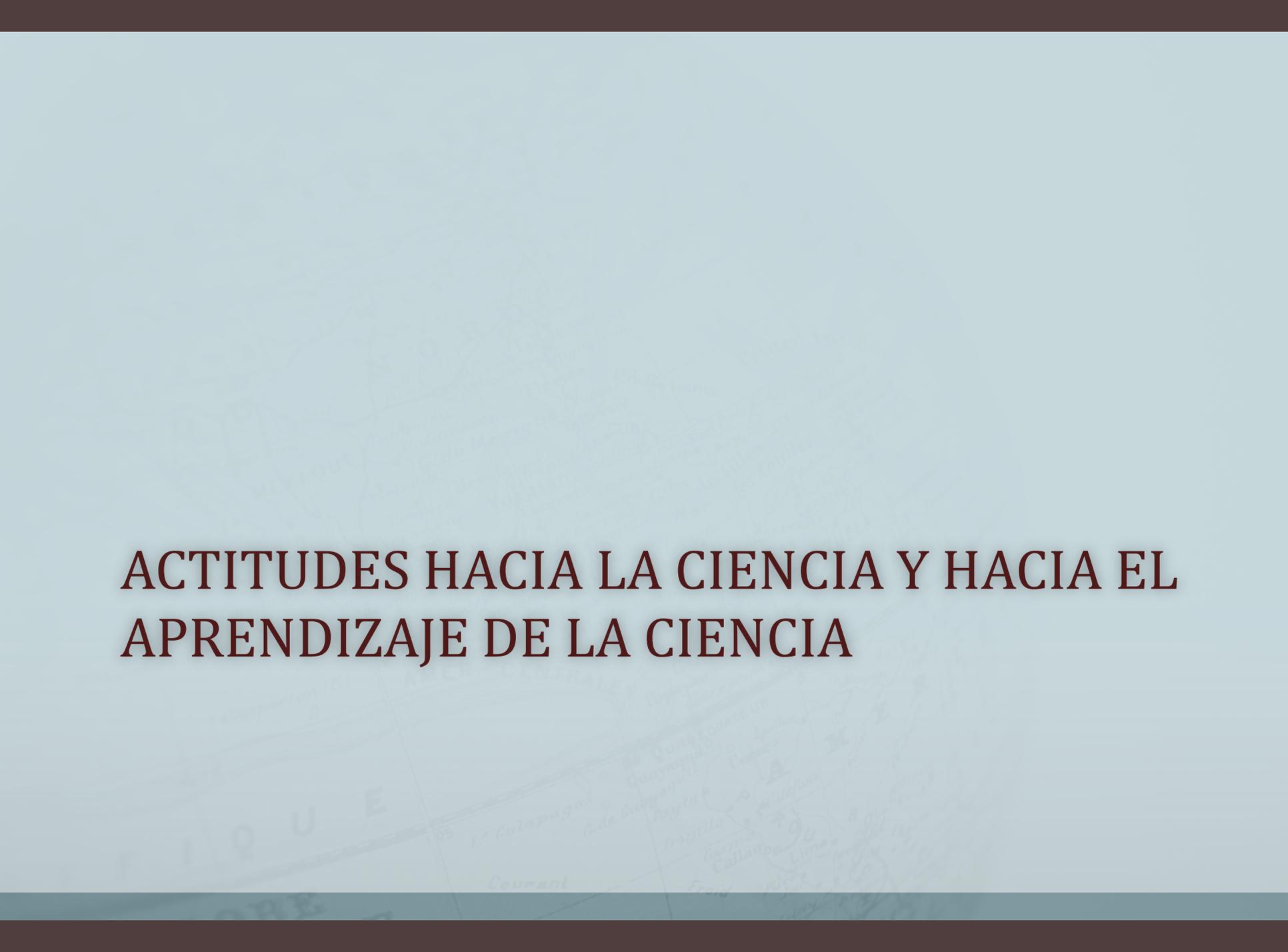
# DIFERENCIAS POR INSTRUCTOR



# NIVEL DE ESTRATEGIA

## CSM, parte del CSEM





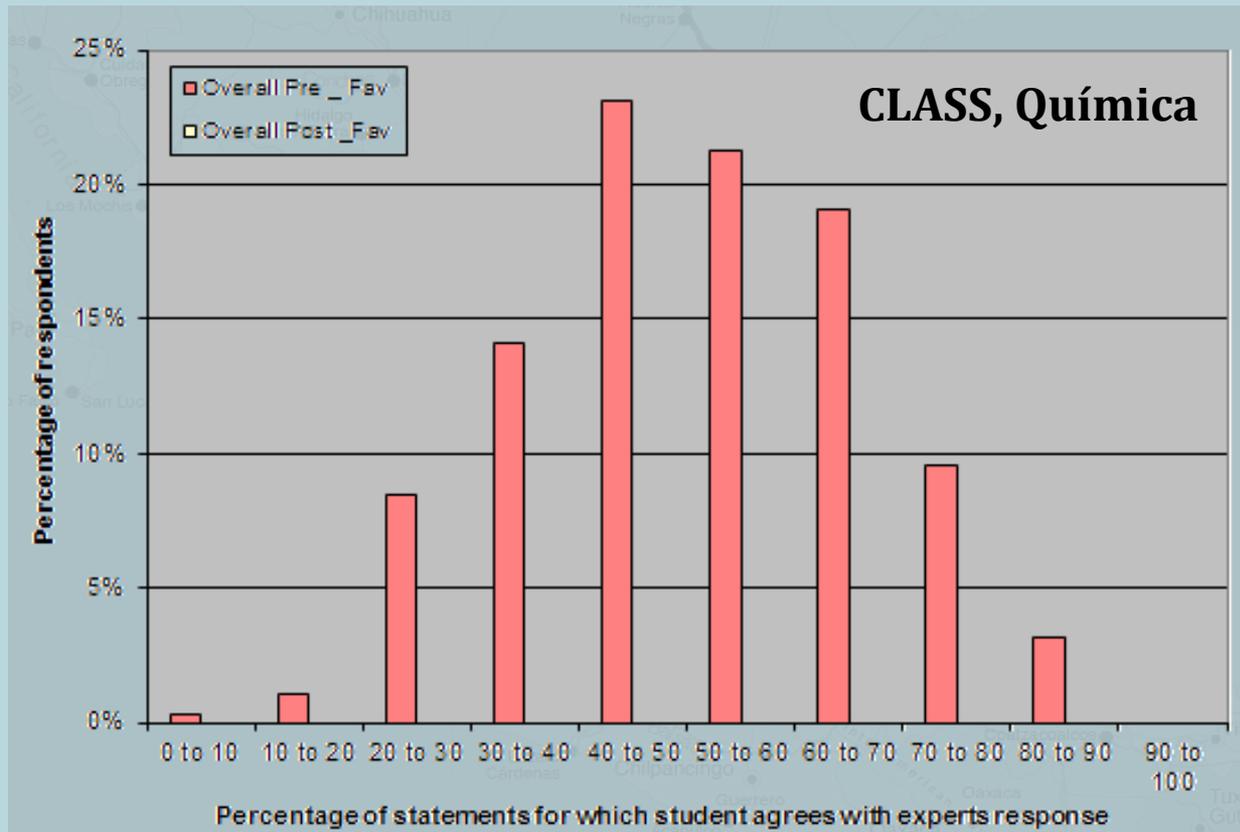
# ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y HACIA EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

# DIAGNÓSTICO DE ACTITUDES

Un diagnóstico que en los últimos tiempos ha sido muy usado es el CLASS, Colorado Learning Attitudes about Science Survey. Existen versiones de Física, Química y Biología.

# ACTITUD HACIA LA CIENCIA Y AL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

## Química en una universidad privada de México

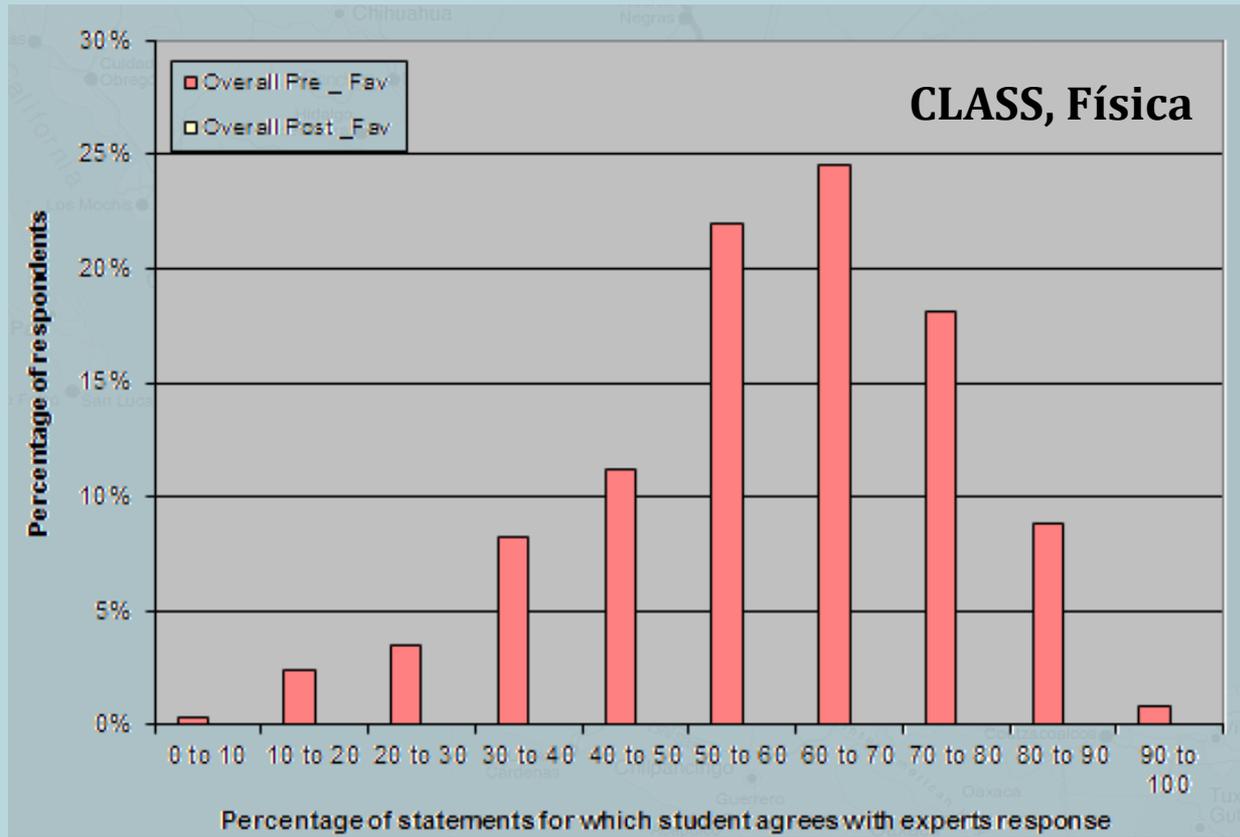


# QUÍMICA (DE ACUERDO A LOS EXPERTOS)

Categorías	Universidad Americana (%)*	Universidad privada en México (%)
General	53	51
Interés personal	53	44
Conexión con mundo real	58	56
Solución de problemas: General	59	59
Solución de problemas: Confianza	64	60
Solución de problemas: Entendimiento	44	45
Esfuerzo	66	66
Conexiones conceptuales	55	55
Aprendizaje conceptual	42	42
Perspectiva atómica-molecular	52	52

# ACTITUD HACIA LA CIENCIA Y AL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

## Física en una universidad privada de México



# FÍSICA (DE ACUERDO A LOS EXPERTOS)

Categorías	Universidad Americana (%)*	Universidad privada en México (%)
General	65	56
Interés personal	67	65
Conexión con mundo real	72	69
Solución de problemas: General	71	66
Solución de problemas: Confianza	73	67
Solución de problemas: Entendimiento	61	46
Esfuerzo	73	67
Conexiones conceptuales	63	57
Aprendizaje conceptual	53	43

# OTROS FACTORES

- Se han encontrado otros factores que influyen en el aprendizaje a nivel universitario:
- Nivel de conocimiento de otro idioma
- Nivel de dedicación

# DEPENDENCIA DE FACTORES

- Los factores que influyen en el aprendizaje no son totalmente independientes:
- En clases activas en mecánica el aprendizaje se correlaciona con el conocimiento previo pero también con el nivel de razonamiento.
- En clases activas de electricidad y magnetismo la correlación con el conocimiento previo baja considerablemente.

# DEPENDENCIA DE FACTORES

- A mejor implementación de una estrategia de aprendizaje activo, mayor es la correlación del aprendizaje con el nivel del razonamiento.
- En clases tradicionales, el rendimiento sí se correlaciona con el nivel de razonamiento así como con el nivel de dedicación.
- En clases tradicionales, el aprendizaje de conceptos tiene una correlación baja con el nivel de razonamiento.

# DEPENDENCIA DE FACTORES

- Las preconcepciones se erradican más fácilmente en las estrategias de aprendizaje activo que en la tradicional por la estrategia misma pero también por el uso que hace la estrategia del nivel de razonamiento del estudiante.
- El aprendizaje tiene una correlación baja con la opinión del alumno con respecto a la utilidad de las ciencias; se correlaciona más con la actitud hacia el aprendizaje de las ciencias.

# FACTOR ADICIONAL

Un factor del cual no hemos hablado es el nivel de entendimiento/conocimiento/razonamiento/actitudes de nuestros profesores. Se ha demostrado que en todos los niveles los profesores tienen deficiencias. Además que se ha demostrado que con los alumnos se presenta un efecto techo en el cual no podrán, en general, aprender más de lo que sus profesores tengan la capacidad de enseñar.

# DIPLOMADO “DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN EL AULA”

- Lo ofrece la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey.
- Es completamente en línea a través de una plataforma tecnológica.
- Lo toman profesores de enseñanza básica y media primordialmente.
- Los profesores son de diferentes estados del país.
- Se hace una capacitación sobre la plataforma antes de empezar el diplomado.

# DIPLOMADO “DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN EL AULA”

- Contexto del desarrollo de la competencia científica
- La enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria / secundaria
- Diseño de secuencia didáctica para el tratamiento de un contenido escolar en el marco de la competencia científica

# DIPLOMADO “DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN EL AULA”

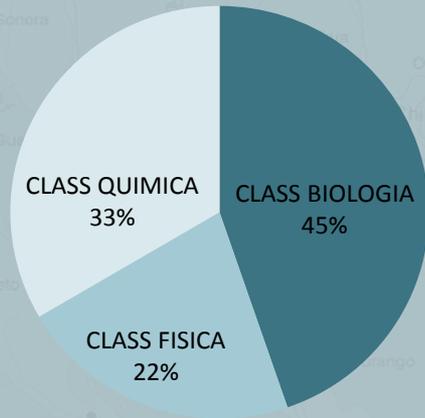
- Reflexionar acerca de la naturaleza de la ciencia y sus impactos en la enseñanza.
- Reflexionar acerca de los principales argumentos que justifican la enseñanza de la ciencia en la escuela básica y relacionar a estos argumentos con la propia práctica docente.
- Reconocer la importancia de diferenciar la ciencia escolar de la ciencia profesional.
- Reflexionar acerca de las implicaciones de la formación científica básica en el trabajo con los adolescentes y jóvenes.
- Reconocer los rasgos principales del enfoque para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela básica.
- Identificar el papel del alumno y el del docente durante la interacción dentro del aula en situaciones de aprendizaje de las ciencias naturales.
- Identificar las características de una secuencia didáctica
- Reconocer los rasgos principales de la planificación de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela.
- Identificar las características de los proyectos estudiantiles y valorarlos como actividades que permiten la evidencia del logro de la competencia científica.
- Diseñar, aplicar y evaluar una secuencia didáctica para un contenido del currículo científico del grado en el que labora.
- Reconocer el trabajo colaborativo como una estrategia poderosa para compartir dudas, logros y resolver situaciones problemáticas en el área disciplinaria y/o didáctica

# CLASS Y COCTS

- El CLASS (Colorado Learning Attitudes about Science Survey) en sus versiones de Física, Química y Biología
- El COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad)

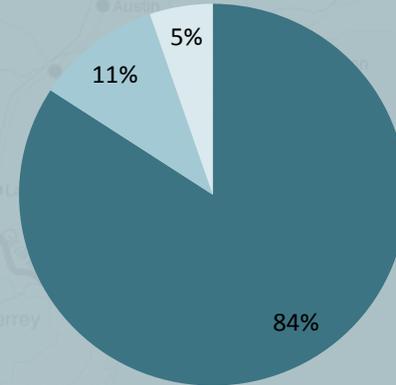
## Preferencia del CLASS de profesores de Secundaria

N=266



## Preferencia del CLASS de profesores de Primaria

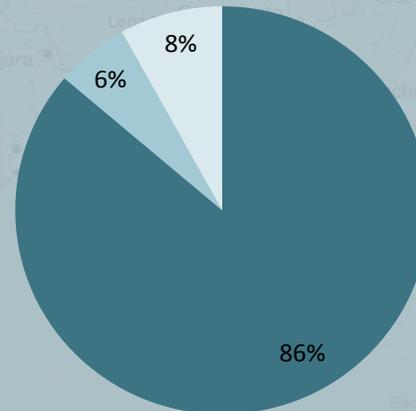
N=131



- CLASS BIOLOGIA
- CLASS FISICA
- CLASS QUIMICA

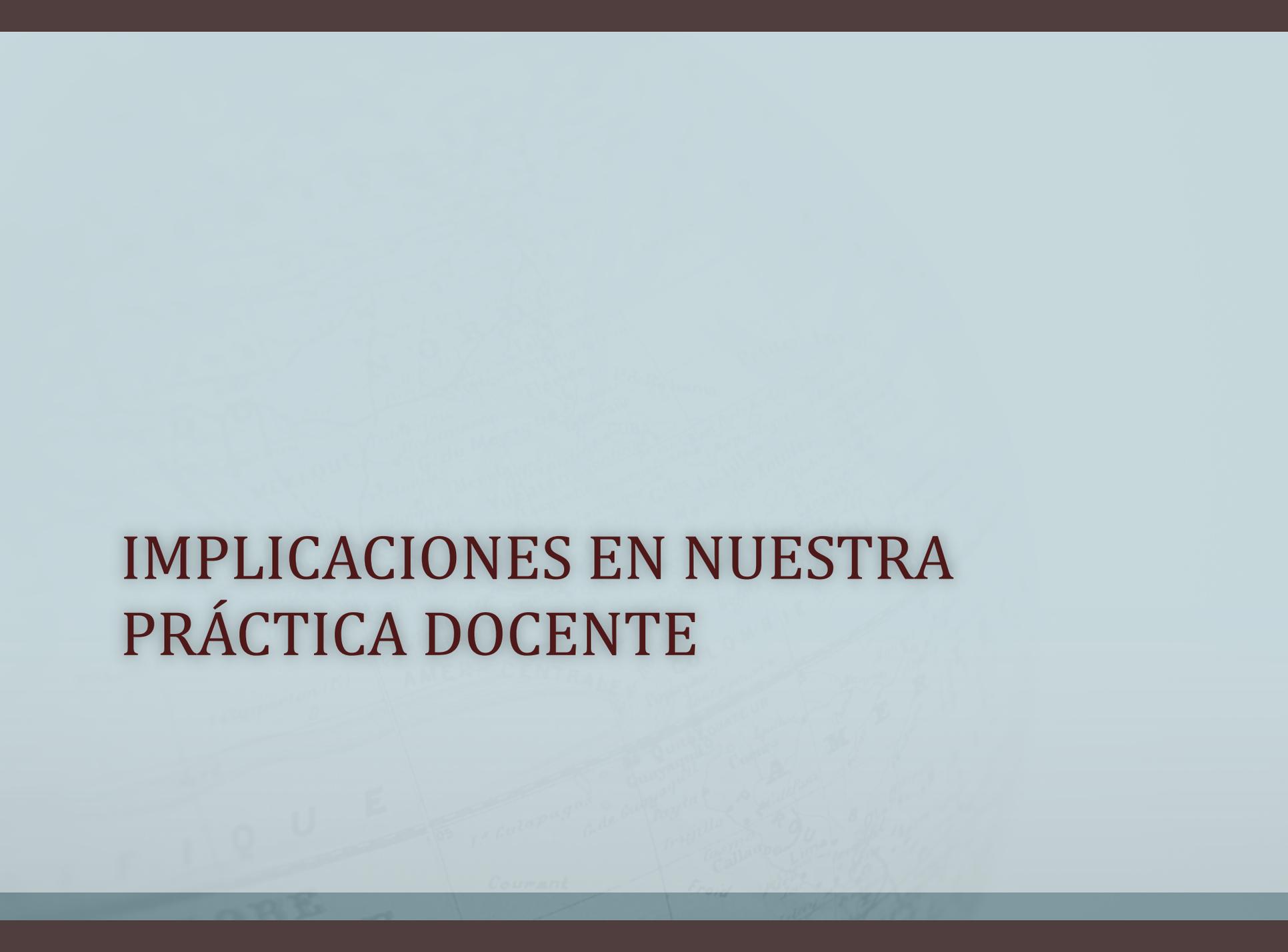
## Preferencia del CLASS de profesores de Preescolar

N=87



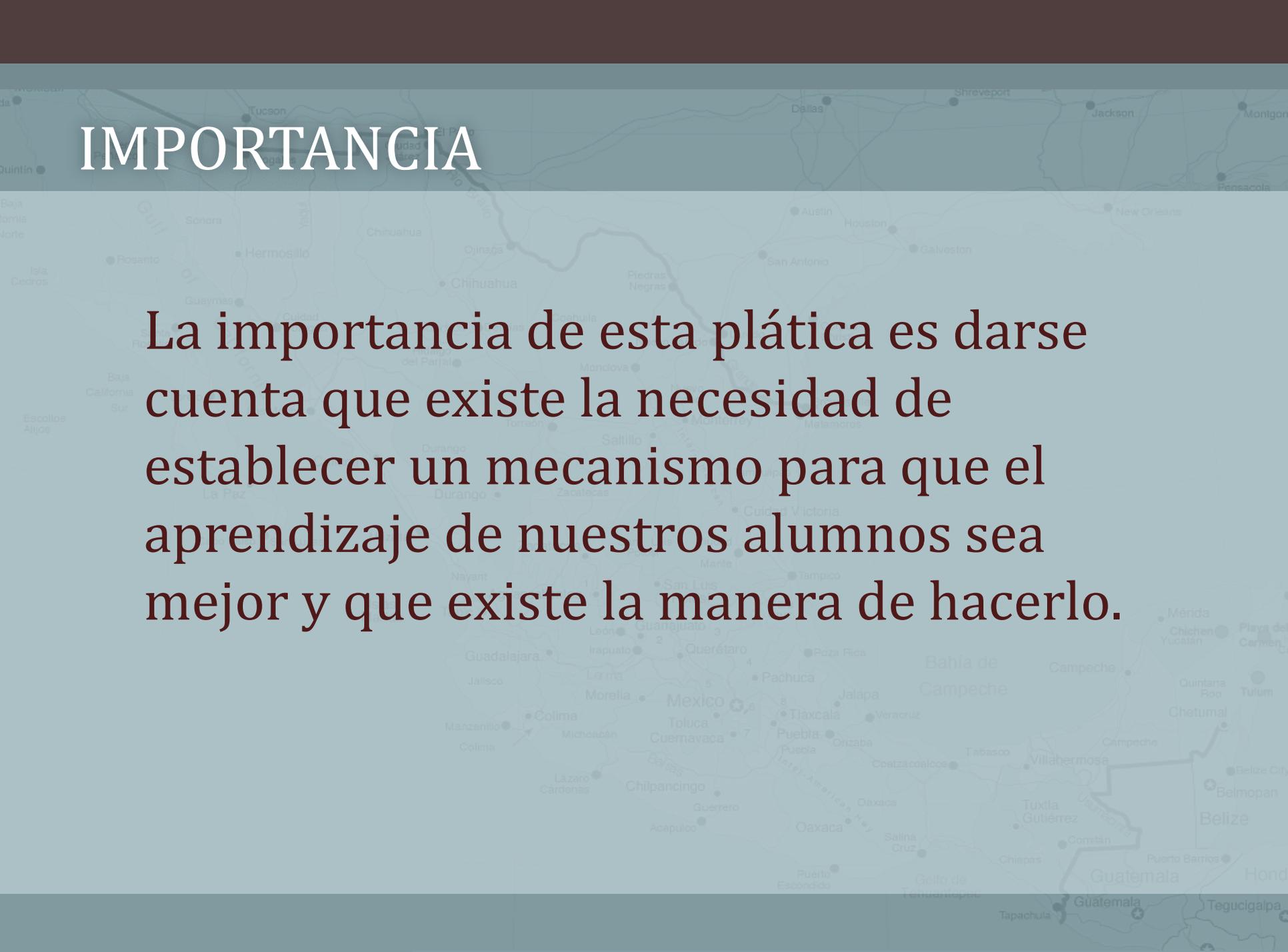
# RESULTADOS PRELIMINARES

- Los profesores en general tienen una visión de la ciencia y sus métodos ingenua.
- Existe mucha área de oportunidad con relación a las percepciones de los profesores con respecto al género en la actividad científica.

A faint, light-colored map of South America is visible in the background, showing the outlines of the continent and some major cities and regions. The map is centered on the continent, with the Atlantic Ocean to the west and the Pacific Ocean to the east. The text "AMERICA CENTRAL" is visible in the upper part of the map, and "SUD AMERICA" is visible in the lower part. The map is rendered in a light, almost transparent style, allowing the text to be clearly legible.

# IMPLICACIONES EN NUESTRA PRÁCTICA DOCENTE

# IMPORTANCIA

A background map of Mexico and Central America. A thick, light-colored line highlights a route starting from the Gulf of Mexico coast, passing through major cities like Chihuahua, Saltillo, and Mexico City, and extending southwards. The map shows state boundaries and major cities in both Mexico and Central America.

La importancia de esta plática es darse cuenta que existe la necesidad de establecer un mecanismo para que el aprendizaje de nuestros alumnos sea mejor y que existe la manera de hacerlo.

# ACCIONES A EVITAR

Lo que debemos evitar es:

- culpar a los niveles escolares anteriores,
- darnos por vencidos,
- seguir enseñando en forma tradicional como única estrategia,
- implantar estrategias de modas educativas sin base científica,
- basar el cambio en nuestra propia experiencia sin fundamentación basada en una investigación sistemática.

# RAZONAMIENTO

- Tomar ventaja del examen PISA (quizá como pretexto) para mejorar el nivel de razonamiento de nuestros estudiantes en el nivel medio y medio superior.
- Crear programas que el objetivo explícito sea mejorar el nivel de razonamiento científico en estudiantes.
- Usar a las ciencias naturales y las matemáticas para este propósito.
- Aprovechar las clases en las que la lectura es un elemento importante para fortalecer el mismo objetivo

# CONOCIMIENTO PREVIO

- No escatimar en lo que hay que hacer para que el estudiante aprenda con el pretexto de que es joven.
- Aprovechar el potencial de los estudiantes en todos los niveles.
- Usar el lenguaje científico en todos los niveles.

# PRECONCEPCIONES

- Hacer un estudio de las preconcepciones que los estudiantes tienen en nuestros niveles para comprender mejor las dificultades de aprendizaje.
- Hacer estudios con nuestros propios estudiantes para saber qué preconcepciones tienen y poder enfocar las actividades de la clase con un objetivo más preciso.

# ESTRATEGIAS

- Usar estrategias que hayan sido probadas científicamente que realmente funcionan.
- Establecer un periodo de entrenamiento formal en cada estrategia.
- Crear grupos de profesores que usen la misma estrategia o estrategias.
- Tener un ciclo de evaluación para medir si la estrategia está funcionando y hacer ajustes.

# ACTITUDES

- Haciendo lo anterior, la actitud del estudiante hacia las ciencias y hacia su aprendizaje van a cambiar positivamente.
- Mantener alta la motivación por el aprendizaje de las ciencias es también un aspecto importante.

# REFLEXIÓN

Hace un tiempo no muy lejano, la labor del docente era exponer el tema lo mejor posible.

Con el actual enfoque en investigación, a los profesores nos corresponde hacer investigación en nuestra área de especialidad, sin olvidar que nuestra labor sigue siendo la enseñanza.

Un nuevo paradigma en este proceso debe ser:  
**Hacer investigación en educación en nuestra área con la finalidad de profesionalizar nuestra práctica docente.**



¡GRACIAS!

genaro.zavala@itesm.mx