

La evaluación de competencias matemáticas: el caso de Estados Unidos

BROOKS ROSENQUIST, VANDERBILT UNIVERSITY

Guión

1. Niveles de aprendizaje/Competencias distintas
2. Maneras típicas de enseñar matemáticas
3. Motivaciones por mejoramiento
4. Política por mejoramiento (reforma del sistema)
5. El nexo de objetivos, libros de texto, y evaluación
6. Acontecimientos recientes
7. Comparación con el caso colombiano

Niveles de aprendizaje/conocimiento

Niveles de aprendizaje

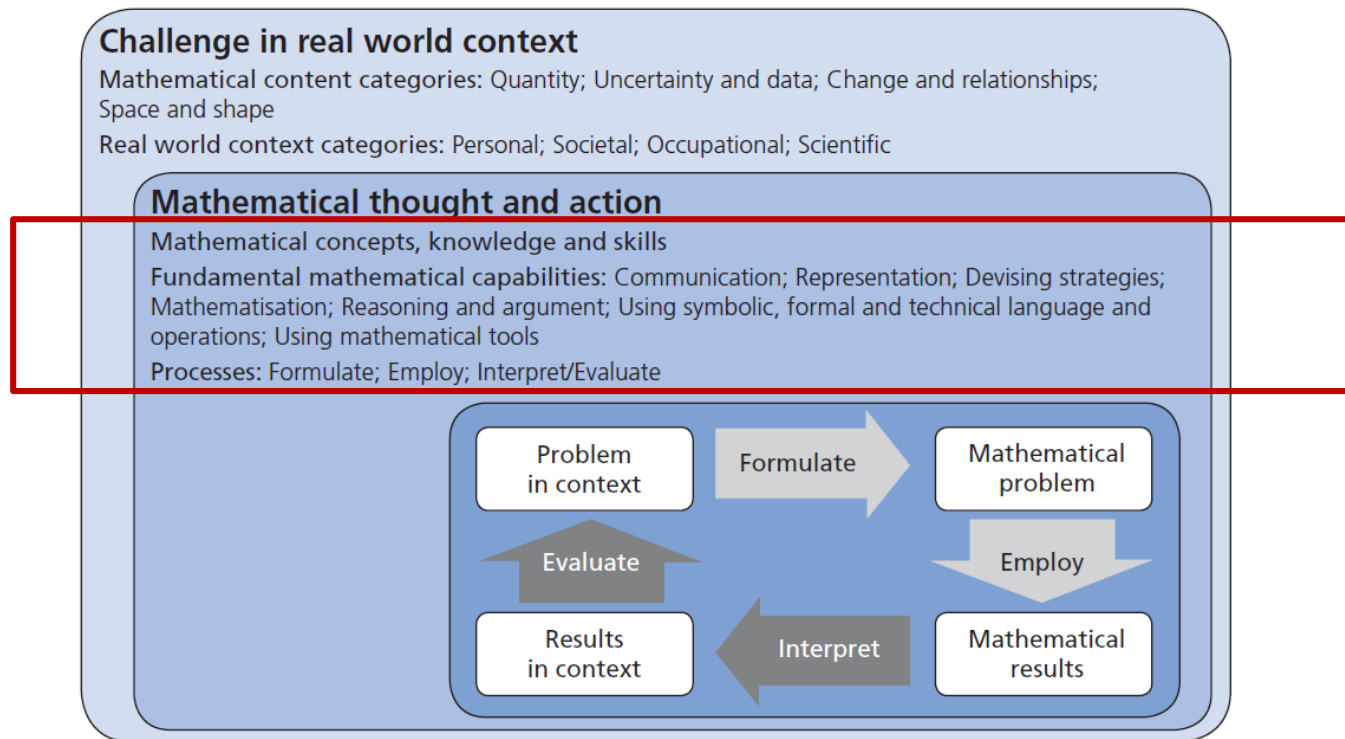
- **Taxonomía de Bloom y colegas:** conocimiento → comprensión → aplicación → análisis → síntesis → evaluación
- **Profundidad de Conocimiento de Webb:** recuerdo → habilidad/concepto → pensamiento estratégico → pensamiento extendido

Matemáticas: Competencias matemáticas

- **Marco de PISA para matemáticas (2000)**
- **Estándares del Concilio Nacional de Profesores de Matemáticas (1989, 2000)**
 - (NCTM por su siglas en inglés)
- **Estándares Estatales Comunes de Matemáticas (2010)**
 - (CCSS-M por su siglas en inglés)

Marco de PISA para matemáticas (2012)

A model of mathematical literacy in practice



Comparación: NCTM y CCSS-M

NCTM Process Standards and the CCSS Mathematical Practices	
NCTM Process Standards	CCSS Standards for Mathematical Practice
Problem Solving	1. Make sense of problems and persevere in solving them. 5. Use appropriate tools strategically.
Reasoning and Proof	2. Reason abstractly and quantitatively. 3. Critique the reasoning of others. 8. Look for and express regularity in repeated reasoning
Communication	3. Construct viable arguments
Connections	6. Attend to precision. 7. Look for and make use of structure
Representations	4. Model with mathematics.

Métodos típicos de enseñanza de matemáticas en los EEUU



- método de *iniciar-responder-evaluar* (Meehan, 1975) por el maestro, o;
- método de *demostración-práctica guiada-práctica independiente*.
- Énfasis en procedimientos y algoritmos; menos énfasis en los entendimiento conceptual y las destrezas a niveles superiores.

LESSON PRACTICE

Practice set* Subtract:

$$\begin{array}{r} \text{a. } 4\frac{1}{3} \\ - 1\frac{2}{3} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{b. } 3\frac{2}{5} \\ - 2\frac{3}{5} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{c. } 5\frac{2}{4} \\ - 1\frac{3}{4} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{d. } 5\frac{1}{8} \\ - 2\frac{4}{8} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{e. } 7\frac{3}{12} \\ - 4\frac{10}{12} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{f. } 6\frac{1}{4} \\ - 2\frac{3}{4} \\ \hline \end{array}$$

Motivación de cambiar

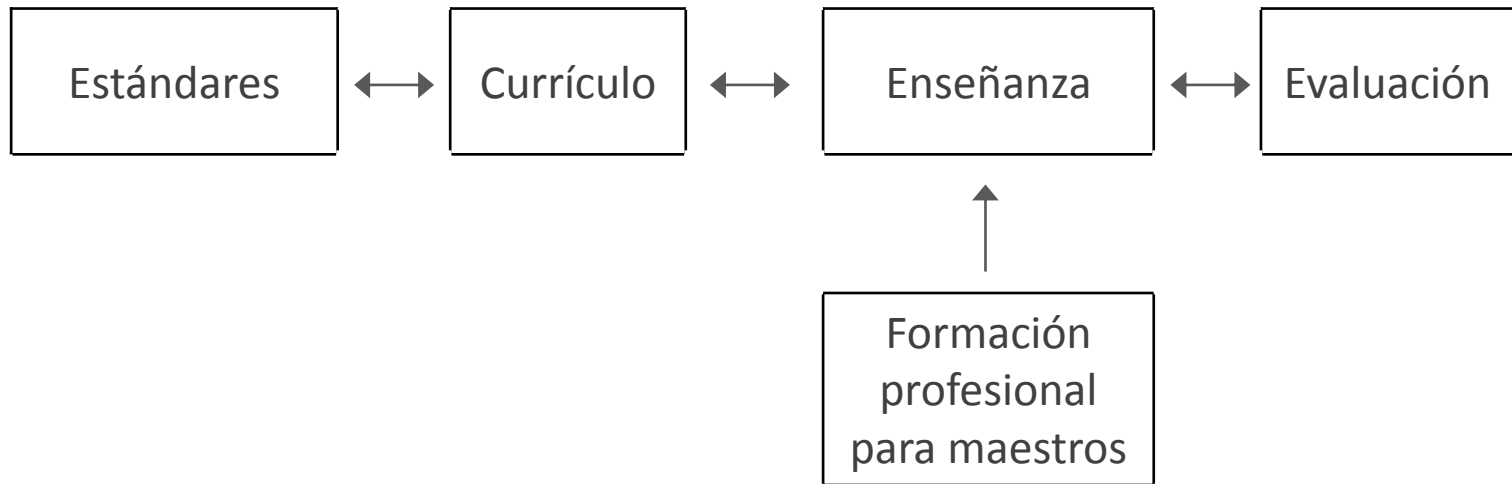
- Problema
 - Empezó durante la década 1980
 - El desempeño los Estados Unidos era peor que muchos otros países desarrollados (por los resultado de PISA, TIMSS, PIRLS).
 - Hubo desigualdad en los resultados de aprendizaje entre los estudiantes de las diferentes regiones, razas y estratos económicos.

Respuesta política

- Solución (?)

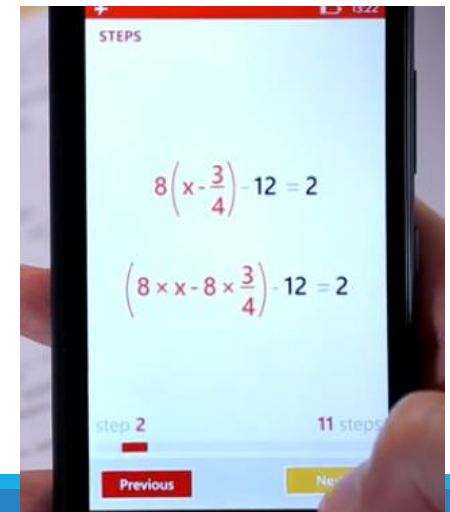
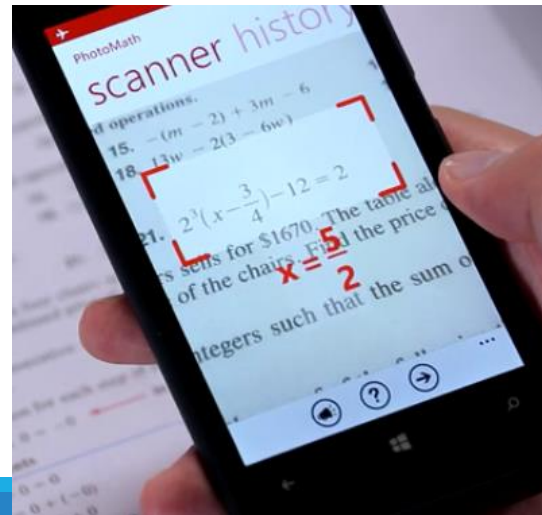
- Muchos de los países con mejor desempeño tenían planes de estudios nacionales con programas de estudio disponible al público y los libros de texto alineados y exámenes nacionales.
- Beneficios desposada del currículo nacional incluyen:
 - Transparencia para todos los interesados (incluyendo a los padres, legisladores y estudiantes) acerca de lo que debe ser enseñado y aprendido
 - Los resultados de los exámenes nacionales se pueden utilizar para medir el progreso sistémico y para identificar éxito al nivel del estudiante, profesor, escuelas, ciudad, estado, etc
 - Formación profesional para los profesores puede ser alineado con las metas del sistema, dando apoyo a los maestros para que puedan aprender utilizar nuevos métodos y enseñar nuevos contenidos y habilidades.

Teoría de reforma educativa basada en estándares



¿Cuáles son las motivaciones tras esa llamada por aprendizaje a niveles superiores *en matemáticas*?

- *También* Empezó durante la década 1980
- *También* por resultados de evaluaciones internacionales de aprendizaje
 - PISA, TIMSS
- La percepción de que las capacidades necesarias en la sociedad moderna han cambiado:
 - Tecnología:
 - ejemplo: photomath.net app
 - [ver video]



Respuesta política (para matemáticas)

- Documento: “*Estándares de currículo y evaluación por la matemática escolar*” por el Concilio Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, 1989)
- Series nuevos de libros de texto, apoyado por la Fundación Nacional para las Ciencias
 - Una agencia del gobierno federal (parte del Departamento de Educación) con un presupuesto anual de USD\$ 7×10^9 (\approx COP\$ 1.75×10^{13})
 - Financia el 20 por ciento de la investigación básica en las universidades estadounidense, especialmente en las matemáticas, la informática y las ciencias sociales.
 - Financió de desarrollo de 13 series de libros de texto que coincidieron con las estándares del NCTM de 1989



Julia and Mariah attend summer camp. Everyone at the camp helps with the cooking and cleanup at meal times.

One morning, Julia and Mariah make orange juice for all the campers. They plan to make the juice by mixing water and frozen orange-juice concentrate. To find the mix that tastes best, they decide to test some mixes.

Mix A		Mix B	
2 cups concentrate	3 cups cold water	5 cups concentrate	9 cups cold water
Mix C		Mix D	
1 cup concentrate	2 cups cold water	3 cups concentrate	5 cups cold water

Traducción: “Julia y Mariah asisten a un campamento de verano. Todos de campamento ayudan con la cocina y la limpieza. Una mañana, Julia y Mariah hacen jugo de naranja para todos los campistas. Planean hacer el jugo mezclando agua con concentrado congelado de jugo. Para encontrar la combinación que sabe mejor, deciden probar algunas mezclas.”

Ejemplo de una tarea de un libro de texto financiado por el NSF (y utilizado en unos de los colegios que participan en nuestro proyecto de investigación).



Problem 2.1 Developing Comparison Strategies

- A.** Which mix will make juice that is the most “orangey”? Explain.
- B.** Which mix will make juice that is the least “orangey”? Explain.
- C.** Which comparison statement is correct? Explain.
 $\frac{5}{9}$ of Mix B is concentrate. $\frac{5}{14}$ of Mix B is concentrate.
- D.** Assume that each camper will get $\frac{1}{2}$ cup of juice.
1. For each mix, how many batches are needed to make juice for 240 campers?
 2. For each mix, how much concentrate and how much water are needed to make juice for 240 campers?
- E.** For each mix, how much concentrate and how much water are needed to make 1 cup of juice?

Currículo conceptual y exámenes que no los son

Currículo
(del libro de texto):



Evaluación estatal
(edad ≈ 14 años):

Problem 2.1 Developing Comparison Strategies

- A. Which mix will make juice that is the most “orangey”? Explain.
- B. Which mix will make juice that is the least “orangey”? Explain.
- C. Which comparison statement is correct? Explain.
 $\frac{5}{9}$ of Mix B is concentrate. $\frac{2}{14}$ of Mix B is concentrate.
- D. Assume that each camper will get $\frac{1}{2}$ cup of juice.
1. For each mix, how many batches are needed to make juice for 240 campers?
 2. For each mix, how much concentrate and how much water are needed to make juice for 240 campers?
- E. For each mix, how much concentrate and how much water are needed to make 1 cup of juice?

17 Jasmine is building birdhouses. It takes her $3\frac{1}{2}$ hours to build 4 birdhouses. Which of the following is an equivalent rate?

- A 14 hours to build 18 birdhouses
- B 28 hours to build 35 birdhouses
- C 7 hours to build 8 birdhouses
- D 21 hours to build 28 birdhouses

49 A cookie recipe requires 2 pounds of butter to make 18 dozen cookies. If a baker wants to make only 3 dozen cookies, which proportion can he use to find b , the number of pounds of butter he needs?

A $\frac{2}{18} = \frac{b}{3}$

B $\frac{5}{18} = \frac{b}{3}$

C $\frac{2}{18} = \frac{3}{b}$

D $\frac{3}{18} = \frac{2}{b}$

Las evaluaciones deben medir todos las competencias/niveles de aprendizaje.

Consecuencia: Profesores muchas veces cambian la forma y el contenido de sus lecciones para combinar mejor con la forma y contenido de los exámenes.

Currículo conceptual y exámenes que no los son

- Un estudio: Comparación de dos escuelas secundarias en el Reino Unido. En uno, enseñaron las matemáticas con un énfasis conceptual (estilo reforma). En el otro, enseñaron con métodos más tradicionales.
 - La escuela tradicional lograron enseñar más temas;
 - En la escuela tradicional, los profesores enseñaron procedimientos, algoritmos y “trucos”. [Ejemplo que vi yo: “método mariposa”, derecha - BR →]
 - Estudiantes de la escuela con métodos mas tradicionales eran más propensos a olvidar el algoritmo/”truco”, recordarlo mal, o aplicarlo mal (por ejemplo, aplicar el método mariposa a un caso de dividir).
 - Resultado: En total, las calificaciones en el exámen fueron mas o menos las mismas en las dos escuelas.

Experiencing School Mathematics

Revised and Expanded Edition

Traditional and Reform
Approaches to Teaching
and Their Impact

$$\frac{3}{4} - \frac{2}{5} \rightarrow \frac{15}{20} - \frac{8}{20} = \frac{7}{20}$$

Jo Boaler

Acontecimientos recientes (2009 – hoy en día)



- Estándares Estatales Comunes

- Como los EEUU, la educación en Alemania se controla a nivel estatal;
- **Alemania:** Resultados relativamente malos de 1995 TIMSS y PISA 2001 animaron a los ministros de educación estatales a cooperar, junto con expertos en educación y profesionales, para formular una serie de reformas de la educación, incluyendo la formulación y adopción de estándares voluntarias para el aprendizaje por todos los estados.
- **EEUU:** En 2009-2010, un grupo de gobernadores y funcionarios de educación se unieron para formular estándares estatales comunes;
- Parte de la lógica de este esfuerzo fue que podrían desarrollar los recursos curriculares (como libros de texto) y las evaluaciones (exámenes estatales) para que pudieran apoyar y coincidir con los nuevos estándares comunes.

Ejemplos de preguntas de las evaluaciones nuevas

43051



Five friends ordered 3 large sandwiches.

James ate $\frac{3}{4}$ of a sandwich.

Katya ate $\frac{1}{4}$ of a sandwich.

Ramon ate $\frac{3}{4}$ of a sandwich.

Sienna ate $\frac{2}{4}$ of a sandwich.

How much sandwich is left for Oscar?

1 2 3 (edad: 8-9)

4 5 6

7 8 9

0 . /

Delete

43027

(edad: 13-14)



Claire is filling bags with sand. All the bags are the same size. Each bag must weigh less than 50 pounds. One sand bag weighs 58 pounds, another sand bag weighs 41 pounds, and another sand bag weighs 53 pounds. Explain whether Claire can pour sand between sand bags so that the weight of each bag is less than 50 pounds.

Traducción: “Clara está llenando bolsas de arena. Todas las bolsas son del mismo tamaño. Cada bolsa debe pesar menos de 50 libras. Una bolsa de arena pesa 50 libras, la segunda pesa 41 libras, y la tercera pesa 53 libras. Explique si Clara puede distribuir arena entre los sacos de arena para que el peso de cada bolsa sea menos de 50 libras.”

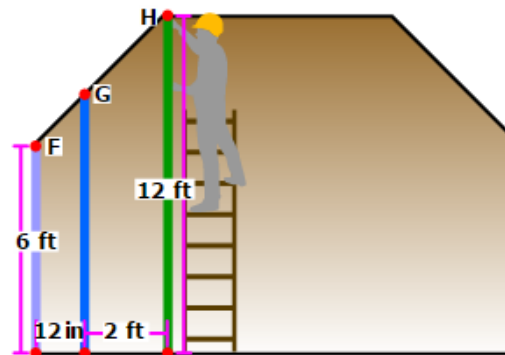
Preguntas de los exámenes nuevas del CCSS

Ejemplos de preguntas de las evaluaciones nuevas

43057



A construction worker is using wooden beams to reinforce the back wall of a room.



Determine the height, in feet, of the beam that ends at point G. Explain how you found your answer.

(Traducción: “Determinar la altura, en pies, de la viga que termina en el punto G. Explica cómo encontraste tu respuesta.”)

(curso: geometria; edad: 14-16)

¿Qué se requiere?

Rúbrica de puntuación

Sample Top-Score Response:

Two right triangles can be formed by extending a line from point F that is perpendicular to the beam that ends at point H.

Now you have a right triangle with a height of 6 and a base of 3 and a smaller right triangle with a height of x and a base of 1.

The larger triangle and the smaller triangle are similar since they are both right triangles and share an angle. The proportion $3:1 = 6:x$ can be used to find the smaller portion of the beam ending at point G. Solving this proportion gives $x = 2$. The remaining portion of the beam is 6 feet so the length of the beam that ends at point G is 8 feet.

For full credit (2 points):

The response demonstrates a full and complete understanding of communicating reasoning. The response contains the following evidence:

- The student determines the height of the beam that ends at point G is 8 feet.

AND

- The student provides sufficient reasoning to support this conclusion.

For partial credit (1 point):

The response demonstrates a partial understanding of communicating reasoning. The response contains the following evidence:

- The student determines the height of the beam that ends at point G is 8 feet but, the student does not provide sufficient reasoning to support this conclusion.

OR

- The student determines an incorrect length of the beam that ends at point G but provides reasoning to support this answer that contains a minor conceptual or computation error.

Evaluadores humanos

Published Online: May 19, 2015

Published in Print: May 20, 2015, as *Army of Scorers Tackles Common-Core Tests*

Thousands of Scorers Take On the Common-Core Tests



Cynthia Rutan, the scoring director at the Westerville, Ohio, center, works with trainees on methods for hand-scoring the PARCC test.

—Maddie McGarvey for Education Week

By Catherine Gewertz

Comparación con el caso colombiano

Elaboración de pruebas

- Diseño de especificaciones a partir del **modelo basado en evidencias**.
 1. Identificación de competencias a evaluar: Estándares Básicos de Competencias
 2. Afirmaciones-Evidencias-Tareas-preguntas
 3. Revisión técnica 1 - validación con profesores y estudiantes -
revisión técnica 2 - Análisis de preguntas dudosas

Similitud: Enseñanza y evaluación basadas en Estándares

Comparación con el caso colombiano

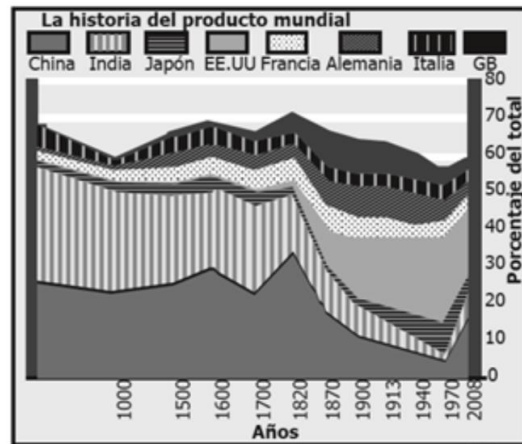
- Pruebas elaboradas y validadas con docentes de Instituciones públicas y privadas y expertos en evaluación
- Cambios recientes: Preguntas abiertas que se califican con créditos (total, parcial , sin crédito). Existe una rubrica.

En matemática se incluye una subprueba: Razonamiento cuantitativo.

Razonamiento cuantitativo hace referencia a un conjunto de competencias que resultan de un entrenamiento en algunas áreas de las matemáticas, y a la manera de aplicar esas matemáticas en contextos prácticos” (ICFES 2013).

Comparación con el caso colombiano

3. El producto interno bruto (PIB) de una región se define como el valor monetario de todos los bienes y servicios que produce esa región. La gráfica muestra la evolución de la participación de la producción de diferentes países en el PIB mundial.



Gráfica
Editado de un artículo tomado de:
<http://www.economist.com/node/16834943>

Al observar la gráfica, un lector afirma que en estos países la participación respecto al total del producto mundial aumentó entre 1970 y 2008, porque todas las líneas que delimitan las regiones en esos años tienen dirección de aumento. Esta interpretación es errónea porque

- A. desconociendo el producto total mundial no es posible afirmar esto.
- B. ningún país muestra tendencias permanentes de aumento.
- C. las líneas suben afectadas por el aumento de participación de China.
- D. la participación de India tiene una tendencia de reducción.

Preguntas
