Fluidez sin miedo

Por Jo Boaler Profesora de Educación Matemática, cofundadora Youcubed con ayuda de Cathy Williams, confundadora de Youcubed y Amanda Confer, Stanford University
Traducido al español por *Mentu*

Introducción

Hace unos años, un político británico, Stephen Byers, cometió un error inofensivo en una entrevista: cuando le preguntaron cuánto era 7 x 8, él respondió 54, en lugar de 56. Su error provocó una burla generalizada en los medios nacionales, acompañada de llamados a un mayor énfasis en la memorización de las tablas de multiplicar en las escuelas. El pasado septiembre, el ministro de educación de Inglaterra, un hombre conservador y sin experiencia en educación, insistió en que todos los estudiantes en el país debían memorizar las tablas de multiplicar hasta el 12 antes de los 9 años. Este requisito se ha incorporado ahora al currículo de matemáticas del Reino Unido. Yo considero que esta decisión resultará en un aumento de la ansiedad de los estudiantes por las matemáticas, lo que hará que éstos se alejen más de ésta. Los EE.UU. están yendo en la dirección opuesta, ya que los nuevos Estándares Estatales Comunes (CCSS, por sus siglas en inglés) desaconsejan la memorización mecánica de los "datos matemáticos." Desafortunadamente, las malas interpretaciones a los consejos del CCSS son comunes, y los editores continúan enfatizando la memorización mecánica, fomentando la persistencia de prácticas dañinas en las aulas de los Estados Unidos.

Los datos matemáticos son importantes, pero su memorización mediante la repetición de tablas de multiplicar y pruebas cronometradas es innecesaria y perjudicial. El error del ministro inglés hizo que se pidiera más memorización. La ironía fue que su error puso de manifiesto las limitaciones de la memorización sin "sentido numérico". Las personas con sentido numérico son las que pueden utilizar los números con flexibilidad. Cuando se les pide que resuelvan 7 x 8, éstas pueden haber memorizado 56 pero también pueden saber que 7 x 7 es 49 y pueden sumar 7 más para obtener 56. Igualmente, pueden calcular 10 x 7 y restar dos 7 (70 - 14). No tienen que depender de un recuerdo remoto. Los datos matemáticos en sí son una pequeña parte de las matemáticas y se aprenden mejor utilizando los números de distintas maneras y en distintas situaciones. Por desgracia, muchas aulas se centran en los datos matemáticos de forma improductiva, dando a los alumnos la impresión de que éstos son la esencia de las matemáticas y, lo que es peor, que recordarlos rápidamente es lo que significa ser un buen matemático. Ambas ideas son erróneas y es fundamental que las eliminemos de las aulas, ya que desempeñan un papel importante en la producción de estudiantes ansiosos y afectados por las matemáticas.

Es útil memorizar algunos datos matemáticos. Por ejemplo, yo no me paro a pensar en la respuesta a 8 + 4, porque la conozco. Pero aprendí los datos matemáticos utilizándolos en distintas situaciones, no practicándolas y sometiéndome a exámenes. Crecí en la era progresista de Inglaterra, cuando las escuelas primarias se centraban en el "niño completo" y a mí no me pedían memorizar tablas de sumar, restar o multiplicar. Esto no me ha frenado en ningún momento de mi vida, y eso que soy profesor de matemáticas. Lo que ocurre es que tengo sentido numérico, algo que es mucho más importante aprender, y que incluye el aprendizaje de datos matemáticos junto con una comprensión profunda de los números y de la forma en la que se relacionan entre sí.

Sentido numérico

En un proyecto de investigación se estudiaron alumnos que resolvían problemas numéricos (Gray & Tall, 1994). Los estudiantes, de entre 7 y 13 años, habían sido designados por sus profesores como de rendimiento bajo, medio o alto. Los investigadores observaron una diferencia importante entre los alumnos de bajo y alto rendimiento. Los de alto rendimiento utilizaban el sentido numérico, mientras que los de bajo no. Los de alto rendimiento abordaron problemas como 19 + 7 transformándolo, por ejemplo, en 20 + 6. Ningún alumno de bajo rendimiento utilizó el sentido numérico. Cuando a los alumnos de bajo rendimiento se les plantearon problemas de resta, como 21 - 16, contaban hacia atrás, empezando en 21 y contando hacia abajo, lo que es extremadamente difícil. Los alumnos de alto rendimiento utilizaron estrategias como cambiar los números a restas más fáciles, como 20 - 15. Los investigadores concluyeron que los alumnos de bajo rendimiento suelen serlo no porque sepan menos, sino porque no utilizan los números con flexibilidad (Boaler, 2009). Esto significa que a menudo aprenden unas matemáticas más difíciles y, tristemente, se enfrentan a toda una vida de dificultades con las matemáticas.

El sentido numérico es la base de todas las matemáticas de nivel superior (Feikes & Schwingendorf, 2008). Cuando los estudiantes no superan álgebra suele ser porque no tienen sentido numérico. Cuando trabajan con problemas matemáticos ricos, como los que presentamos al final de este documento, desarrollan un sentido numérico y aprenden y pueden recordar datos matemáticos. Cuando se centran en memorizar las tablas de multiplicar, a menudo memorizan hechos sin sentido numérico, lo que significa que están muy limitados en cuanto a lo que pueden hacer y son propensos a cometer errores, como el que ridiculizó al político británico en todo el país. La falta de sentido numérico ha llevado a errores más catastróficos, como que el telescopio Hubble no viera las estrellas que debía fotografiar en el espacio. El telescopio buscaba estrellas en un determinado cúmulo, pero falló debido a que alguien cometió un error aritmético en la programación del telescopio (LA Times, 1990). El sentido numérico, de importancia crítica para el desarrollo matemático de los estudiantes, se ve inhibido por un énfasis excesivo en la memorización de datos matemáticos en las aulas y en los hogares. Cuanto más se insiste en la memorización menos dispuestos estarán a utilizar y desarrollar el sentido numérico y a pensar en los números y sus relaciones (Boaler, 2009).

El cerebro y el sentido numérico

Algunos estudiantes no son tan buenos memorizando datos matemáticos como otros. Eso es algo que hay que celebrar, es parte de la maravillosa diversidad de la vida y de las personas. Imaginemos lo aburrido y poco estimulante que sería si todos los profesores respondieran de la misma manera y a la misma velocidad, como si todos fueran robots. En un reciente estudio sobre el cerebro, los científicos examinaron estudiantes a los que se les enseñaba a memorizar datos matemáticos. Ellos observaron que algunos memorizaban mucho más fácil que otros. Esto no sorprende, y seguro muchos vamos probablemente a suponer que los que memorizaban mejor eran estudiantes de mayor rendimiento o "más inteligentes". Pero los científicos descubrieron que los estudiantes que memorizaban más fácilmente no eran los de mayor rendimiento, no tenían lo que los investigadores describen como "habilidad matemática", ni tenían puntuaciones de CI más altas (Supekar et al, 2013). Las únicas diferencias que encontraron se encontraban en una región del cerebro llamada hipocampo, que es el área responsable de la memorización (Supekar et al., 2013). Algunos estudiantes serán más lentos a la hora de memorizar, pero aun así tienen un potencial matemático excepcional. Los datos matemáticos son una parte muy pequeña de las matemáticas, pero desafortunadamente los estudiantes que no suelen memorizar bien a menudo llegan a creer que nunca podrán tener éxito con las matemáticas y se alejan de la materia.

Profesores en Estados Unidos y el Reino Unido piden a los estudiantes que memoricen las operaciones de multiplicación, y a veces también las de suma y resta, porque por lo general las normas del plan de estudios especifican que los alumnos deben tener "fluidez con los números". Parish, basándose en Fosnot y Dolk (2001), define la fluidez como "saber cómo un número puede componerse y descomponerse y utilizar esa información para ser flexible y eficaz en la resolución de problemas" (Parish 2014, p 159). Independientemente de que creamos o no que la fluidez requiere algo más que recordar datos matemáticos, la evidencia de la investigación apunta en una dirección: la mejor manera de adquirir fluidez con los números es desarrollando el sentido numérico y trabajando con los números de diferentes maneras, no memorizando ciegamente sin sentido numérico.

Cuando los profesores hacen un énfasis en la memorización de datos matemáticos y hacen exámenes para medirlos, los alumnos sufren de dos maneras importantes. Para aproximadamente un tercio de los estudiantes, el inicio de las pruebas cronometradas es el comienzo de la ansiedad matemática (Boaler, 2014). Sian Beilock y sus colegas han estudiado los cerebros de las personas a través de imágenes de resonancia magnética y han descubierto que los datos matemáticos se almacenan en la sección de la memoria de trabajo del cerebro. Pero cuando los estudiantes están estresados, por ejemplo, cuando se enfrentan a preguntas matemáticas bajo presión de tiempo, la memoria de trabajo se bloquea y los estudiantes no pueden acceder a los datos matemáticos que conocen (Beilock, 2011; Ramírez, et al, 2013). Cuando los estudiantes se dan cuenta de que no pueden rendir bien en pruebas cronometradas, empiezan a desarrollar ansiedad y su confianza en las matemáticas se erosiona. El bloqueo de la memoria de trabajo y la ansiedad asociada ocurren particularmente entre los estudiantes más competitivos y las mujeres. Según estimaciones conservadoras, al menos un tercio de los estudiantes experimenta un estrés extremo en los exámenes cronometrados, y no se trata de estudiantes que pertenezcan a un determinado grupo de rendimiento o nivel económico. Cuando sometemos a los estudiantes a esta experiencia que les provoca ansiedad, los perdemos en las matemáticas.

La ansiedad ante las matemáticas se ha registrado ya en alumnos de tan solo 5 años (Ramírez, et al, 2013) y los exámenes cronometrados son una de las principales causas de este trastorno, que a menudo dura toda la vida. Pero hay una segunda razón igualmente importante por la que no deberían utilizarse los exámenes cronometrados: provocan que muchos estudiantes se alejen de las matemáticas. En mis clases en la Universidad de Stanford, veo a muchos estudiantes universitarios traumatizados por las matemáticas, a pesar de que se encuentran entre los alumnos con mejores resultados del país. Cuando les pregunto qué los ha llevado a esa aversión, muchos definen los exámenes cronometrados de segundo o tercer grado como el momento decisivo en el que decidieron que las matemáticas no eran para ellos. Algunos de los estudiantes, especialmente las mujeres, hablan que la comprensión profunda de las matemáticas no se valoraba ni se ofrecía cuando los exámenes cronometrados se convirtieron en parte de las clases. Es posible que en sus cursos de matemáticas estuvieran realizando otras tareas más valiosas, centradas en la adquisición de sentido y la comprensión, pero los exámenes cronometrados evocan emociones tan fuertes que los estudiantes pueden llegar a creer que ser rápido con los datos matemáticos es la esencia de las matemáticas. Esto es muy lamentable. El resultado de enfatizar equivocadamente el estudio de las matemáticas en la memorización y los exámenes es visible en las cifras de abandono y en la crisis a la que nos enfrentamos actualmente (véase youcubed.stanford.edu). Cuando mi propia hija empezó a memorizar tablas de multiplicar y a hacer pruebas a los 5 años en Inglaterra, empezó a llegar a casa llorando. Esta no es la emoción que queremos que los estudiantes asocien con esta disciplina y mientras sigamos presionando a los estudiantes para que recuerden hechos a gran velocidad no eliminaremos la ansiedad generalizada y la aversión a las matemáticas que impregna los EE.UU. y el Reino Unido (Silva & White, 2013; National Numeracy, 2014).

En los últimos años, investigaciones sobre el cerebro han revelado que los estudiantes que tienen más éxito con los problemas numéricos son aquellos que utilizan diferentes vías cerebrales: una que es numérica y simbólica y otra que implica un razonamiento más intuitivo y espacial (Park y Brannon, 2013). Al final de este documento presentamos muchas actividades que fomentan la comprensión visual de los hechos numéricos, para permitir importantes conexiones cerebrales. Los investigadores estudiaron estudiantes que aprenden datos matemáticos de dos maneras: mediante estrategias o memorización. Ellos descubrieron que los dos enfoques (estrategias o memorización) implican dos vías distintas en el cerebro y que ambas vías son perfectamente válidas. Sin embargo, y lo más importante, es que los investigadores descubrieron que los que aprendían mediante estrategias obtenían un "rendimiento superior" al de los que memorizaban, pues eran capaces de resolver los problemas a la misma velocidad y mostraban una mejor resolución de nuevos problemas. Los investigadores concluyeron que la automaticidad debe alcanzarse mediante la comprensión de las relaciones numéricas, la cual se consigue pensando en estrategias numéricas (Delazer et al, 2005).

¿Por qué las matemáticas se las trata de manera diferente?

Para aprender a ser un buen estudiante de inglés, para leer y entender novelas o poesía, los alumnos necesitan haber memorizado el significado de muchas palabras. Pero ningún estudiante de inglés diría o pensaría que aprender inglés consiste en memorizar y recordar rápidamente las palabras. Esto se debe a que aprendemos las palabras utilizándolas en muchas situaciones diferentes: hablando, leyendo y escribiendo. Los profesores de inglés no dan a los alumnos cientos de palabras para que las memoricen y luego los examinan en condiciones cronometradas. Todas las asignaturas memorizan algunos hechos, pero las matemáticas es la única materia en la que los profesores creen que deben ser examinados en condiciones cronometradas. ¿Por qué tratamos así las matemáticas?

Las matemáticas ya tienen un enorme problema de imagen. Los estudiantes rara vez lloran por otras materias, y no creen que éstas sean sobre memorización o rapidez. El uso de prácticas que enfatizan la memorización de datos matemáticos es una gran parte de la razón por la que los estudiantes se desconectan con esta materia. Mucha gente argumenta que las matemáticas son diferentes de otras asignaturas y que tienen que ser así: que éstas consisten en obtener respuestas correctas, no en interpretarlas o darles sentido. Este es otro concepto erróneo. El núcleo de las matemáticas es el razonamiento: pensar por qué los métodos tienen sentido y hablar de las razones para el uso de diferentes aproximaciones (Boaler, 2013). Los datos matemáticos son una pequeña parte de las matemáticas y probablemente la menos interesante. Conrad Wolfram, de Wolfram-Alpha, una de las principales empresas de matemáticas del mundo, habla públicamente de la amplitud de las matemáticas y de la necesidad de dejar de verlas como una operación. Ni Wolfram ni yo afirmamos que las escuelas deban dejar de enseñar a calcular, pero el equilibrio tiene que cambiar, y los estudiantes deben aprender a través del sentido numérico, así como dedicar más tiempo a las partes menos desarrolladas pero fundamentales de las matemáticas, como la resolución de problemas y el razonamiento.

Cuando se enseña a los estudiantes el sentido de los números y las operaciones numéricas, es importante no insistir nunca en la velocidad. De hecho, esto es válido para todas las matemáticas. Hay un error muy común y perjudicial: la idea de que los estudiantes de matemáticas buenos son rápidos. Yo trabajo con muchos matemáticos y me he dado cuenta de que no son especialmente rápidos con los números; de hecho, algunos son bastante lentos. Esto no es malo, son lentos porque piensan profunda y cuidadosamente sobre las matemáticas. Laurent Schwartz, un matemático laureado, escribió una autobiografía sobre su época escolar y cómo le hacían sentir de "estúpido" porque era uno de los pensadores más lentos de su clase (Schwartz, 2001). Le tomó muchos años de sentirse inadecuado para concluir que "la rapidez no tiene una relación precisa con la inteligencia. Lo importante es comprender profundamente las cosas y sus relaciones mutuas. Ahí reside la inteligencia. El hecho de ser rápido o lento no es realmente relevante". (Schwartz, 2001) Desgraciadamente, las clases de matemáticas orientadas a la velocidad y a los exámenes llevan a muchos estudiantes lentos y pensadores profundos, como Schwartz, a creer que no pueden ser buenos en matemáticas.

Fluidez en matemáticas y el currículo

En los Estados Unidos, el nuevo plan de estudios del CCSS incluye la "fluidez" como objetivo. La fluidez se produce cuando los estudiantes desarrollan el sentido numérico y tienen confianza en las matemáticas porque entienden los números. Tristemente, la palabra fluidez suele malinterpretarse. Engage New York es un plan de estudios cada vez más popular en EE.UU. que ha interpretado incorrectamente la fluidez de la siguiente manera:

> ***Fluidez:*** *Se espera que los estudiantes tengan rapidez y precisión con cálculos simples; los profesores estructuran el tiempo de clase y/o el tiempo de tarea para que los estudiantes memoricen, a través de la repetición, funciones fundamentales, como las tablas de multiplicar, para que sean más capaces de entender y manipular funciones más complejas. (Engage New York)*

Hay muchos problemas con esta definición. La rapidez y la memorización son dos direcciones de las que necesitamos alejarnos urgentemente. De manera problemática, Engage New York vincula la memorización de hechos numéricos con la comprensión de funciones más complejas, lo cual no está respaldado por la evidencia investigativa. Lo que la investigación nos dice es que los estudiantes comprenden funciones más complejas cuando tienen sentido numérico y una comprensión profunda de los principios numéricos, no mediante memorización ciega o recuerdo rápido (Boaler, 2009). Actualmente, estoy trabajando con analistas de PISA en la OCDE. El equipo de PISA no solo emite pruebas internacionales de matemáticas cada 4 años, sino que también recopila datos sobre las estrategias matemáticas de los estudiantes. Sus datos, tomados de 13 millones de jóvenes de 15 años en todo el mundo, muestran que los estudiantes con menor rendimiento son aquellos que se centran en la memorización y que creen que memorizar es importante al estudiar matemáticas (Boaler & Zoido, en prensa). Esta idea, que comienza temprano en las aulas, es la que necesitamos erradicar. Los estudiantes con mejor rendimiento en el mundo son aquellos que se enfocan en las grandes ideas de las matemáticas y en las conexiones entre éstas. Los estudiantes desarrollan una visión conectada de las matemáticas cuando las trabajan de manera conceptual y la memorización ciega es reemplazada por la comprensión.

En el Reino Unido, las nuevas directivas pueden causar un daño similar. El nuevo currículo nacional establece que todos los estudiantes deben haber "memorizado sus tablas de multiplicar hasta e incluyendo la tabla del 12" para la edad de 9 años. Si bien los estudiantes pueden memorizar estas tablas a través de actividades enriquecedoras y atractivas, la nueva directiva incita a los profesores a sólo proveer a los estudiantes de las tablas de multiplicar para luego evaluarlos sobre ellas. Un grupo destacado en el Reino Unido, dirigido por el autor infantil y poeta Michael Rosen, se ha dedicado a resaltar el daño de las políticas actuales en las escuelas y el número de niños de edad primaria que ahora caminan hacia las aulas llorando por el estrés al que están sometidos debido al exceso de pruebas (Garner, The Independent, 2014). Las matemáticas son la principal causa de ansiedad y miedo entre los estudiantes. El enfoque innecesario en memorizar los datos matemáticos en los primeros años es una de las principales razones de este problema.

Actividades para desarrollar hechos numéricos y sentido numérico

Los profesores deben ayudar a los estudiantes a desarrollar los datos matemáticos, no enfatizando en las operaciones ni usando 'pruebas cronometradas', sino alentando a los estudiantes a usar, trabajar y explorar los números. A medida que los estudiantes trabajan en actividades numéricas significativas, interiorizarán los datos matemáticos al mismo tiempo que entienden los números y las matemáticas. Ellos disfrutarán y aprenderán matemáticas en lugar de memorizarlas, temerlas y detestarlas.

Conversaciones sobre números

Uno de los mejores métodos para enseñar el sentido numérico y las operaciones matemáticas al mismo tiempo es una estrategia pedagógica llamada "Conversaciones numéricas", desarrollada por Ruth Parker y Kathy Richardson. Esta es una actividad corta e ideal con la que los profesores pueden comenzar las clases o que los padres pueden utilizar en casa. Consiste en plantear un problema matemático abstracto, como 18 x 5, y pedir a los estudiantes que lo resuelvan mentalmente. El profesor luego recopila los diferentes métodos y analiza por qué funcionan. Por ejemplo, un profesor puede plantear 18 x 5 y descubrir que los estudiantes resuelven el problema de diferentes maneras:

20 x 5 = 100 2 x 5 = 10 100 - 10 = 90	10 x 5 = 50 8 x 5 = 40 50 + 40 = 90	18 x 5 = 9 x 10 9 x 10 = 90	18 x 2 = 36 2 x 36 = 72 18 + 72 = 90	9 x 5 = 45 45 x 2 = 90

Durante esta actividad, los estudiantes presentan encantados sus propias estrategias y suelen estar completamente involucrados y fascinados por los distintos métodos que surgen. Ellos memorizan datos matemáticos y también desarrollan una comprensión conceptual de los números y de las propiedades aritméticas que son críticas para el éxito en álgebra y otras ramas de las matemáticas. Los padres pueden usar una estrategia similar pidiendo a sus hijos que expliquen sus métodos y discutiendo las diferentes aproximaciones que se pueden usar. Dos libros, uno de Cathy Humphreys y Ruth Parker (próximamente) y otro de Sherry Parish (2014), ilustran muchas actividades diferentes para trabajar con estudiantes de bachillerato y primaria, respectivamente.

La investigación nos dice que las mejores escuelas de matemáticas son aquellas en las que los estudiantes aprenden hechos numéricos y sentido numérico a través de actividades atractivas que se centran en la comprensión matemática en lugar de la memorización mecánica. Las siguientes cinco actividades han sido elegidas para ilustrar este principio. El apéndice de este documento proporciona una gama más amplia de actividades y enlaces a otros recursos útiles que ayudarán a los estudiantes a desarrollar el sentido numérico.

Actividades para hechos de suma

Ya: Esta actividad se puede realizar en grupos. Cada niño hace un tren de cubos de un número específico. Al escuchar la señal “¡Ya!”, los niños dividen sus trenes en dos partes. Una la dejan al frente y la otra la llevan con una mano detrás de la espalda. Los niños se turnan para mostrar los cubos que tiene al frente. Los demás deben deducir la combinación completa de números. Por ejemplo, si tengo 8 cubos en mi tren, puedo romperlo y colocar 3 detrás de mi espalda. Yo mostraría al grupo los 5 restantes y ellos deberían ser capaces de decir que faltan 3 y que 5 y 3 suman 8.

¿Cuántos están escondidos?: En esta actividad, cada niño tiene el mismo número de cubos y una taza. Se turnan para esconder algunos de sus cubos en la taza y mostrar los que quedan. Los demás niños deben resolver la pregunta “¿Cuántos están escondidos?” y decir la combinación completa de números.

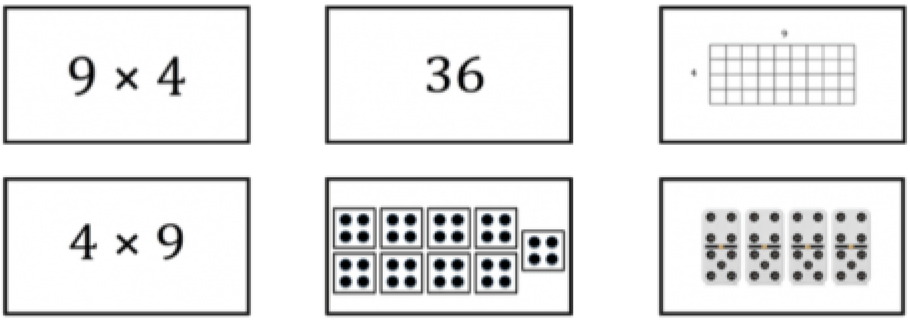
Actividades de hechos de multiplicación

¿Qué tan cerca de 100?: Este juego se juega en parejas. Dos niños comparten una cuadrícula con 100 cuadrados en blanco. El primer compañero tira dos dados. Los números que salgan son los que el niño va a colorear en la cuadrícula como una operación matemática: 2 filas cada una de 6 cuadrados o 1 fila de 3 cuadrados. Ellos pueden colorear en cualquier parte, pero el objetivo es llenar la cuadrícula para que esté lo más completa posible. Después de que el jugador coloree, escribe debajo de la cuadrícula la multiplicación que describe lo coloreado: 2 x 6 = 12 o 1 x 3 = 3. El juego termina cuando ambos jugadores han tirado los dados y no pueden poner más multiplicaciones en la cuadrícula. ¿Qué tan cerca de 100 puedes llegar?

Pizza de pepperoni: En este juego, los niños tiran un dado dos veces. La primera tirada les dice cuántas pizzas dibujar. La segunda les dice cuántos pepperonis poner en cada pizza. Luego escriben la operación que les ayudará a responder a la pregunta, "¿Cuántos pepperonis en total?" Por ejemplo, si tiro un dado y obtengo 4, dibujo 4 pizzas grandes. Tiro nuevamente y obtengo 3, así que pongo tres pepperonis en cada pizza. Luego escribo 4 x 3 = 12 y eso me dice que hay 12 pepperonis en total.

Tarjetas matemáticas

Muchos padres utilizan "tarjetas de repaso" como una forma de fomentar el aprendizaje de los datos matemáticos. Estas generalmente incluyen dos prácticas poco útiles: memorización sin comprensión y presión de tiempo. En nuestra actividad de Tarjetas matemáticas hemos utilizado la estructura de las tarjetas, que a los niños les gusta, pero hemos cambiado el énfasis hacia el sentido numérico y la comprensión de la multiplicación. El objetivo de la actividad es emparejar las tarjetas con la misma respuesta, mostrada a través de diferentes representaciones. Se pueden colocar todas las tarjetas sobre una mesa y pedir a los niños que se turnen para escogerlas; deben elegir tantas como encuentren con la misma respuesta (mostrada a través de cualquier representación). Por ejemplo, 9 y 4 pueden ser mostrados con un modelo de área, conjuntos de objetos como dominós, y la operación matemática. Cuando los estudiantes emparejan las tarjetas, deben explicar por qué las diferentes tarjetas son equivalentes. Esta actividad fomenta la comprensión de la multiplicación, así como la práctica de los datos matemáticos. Un conjunto completo de tarjetas se encuentra en el Apéndice A.



Conclusión: el conocimiento es poder

Las actividades descritas anteriormente son ejemplos de juegos y tareas en las que los estudiantes aprenden datos matemáticos al mismo tiempo que trabajan en algo que disfrutan, en lugar de algo que temen. Las diferentes actividades también se centran en la comprensión de la suma y la multiplicación, en lugar de la memorización ciega, y esto es fundamental. El Apéndice A presenta otras actividades sugeridas y referencias.

Como educadores, compartimos el objetivo de fomentar formas de aprendizaje en las que se piensen cuidadosamente las matemáticas y se usen los números con fluidez. Sin embargo, los profesores y los diseñadores de planes de estudio a menudo no tienen acceso a investigaciones importantes, lo que ha significado que las prácticas en el aula sean poco productivas y contraproducentes. Este breve documento ilustra el daño causado por las prácticas que a menudo acompañan la enseñanza de datos matemáticos: la presión a los estudiantes en ser veloces y el uso de pruebas cronometradas y memorización ciega. Igualmente, resume la evidencia investigativa en favor de fomentar el sentido numérico. Los estudiantes de alto rendimiento utilizan el sentido numérico, y es crítico que los estudiantes de bajo rendimiento, en lugar de trabajar en ejercicios y memorización, también aprendan a usar los números de manera flexible y conceptual. La memorización y las pruebas cronometradas obstaculizan el sentido numérico, dando a los estudiantes la impresión de que la comprensión no es importante. Necesitamos urgentemente reorientar nuestra enseñanza de números y sentido numérico en nuestras aulas en el Reino Unido y los Estados Unidos. Si no lo hacemos, las tasas de fracaso y abandono—ya en niveles récord en ambos países (National Numeracy, 2014; Silva & White, 2013)—aumentarán. Cuando enfatizamos la memorización y las pruebas en nombre de la fluidez, estamos perjudicando a los niños, arriesgando el futuro de nuestra sociedad cada vez más cuantitativa y amenazando las matemáticas. Tenemos el conocimiento investigativo que necesitamos para cambiar esto y para permitir que todos los niños se conviertan en estudiantes de matemáticas competentes. Ahora es el momento de usarlo.

Referencias

Beilock, S. (2011). Choke: What the Secrets of the Brain Reveal About Getting It Right When You Have To. New York: Free Press.

Boaler, J. (2015). What's Math Got To Do With It? How Teachers and Parents Can Help Transform Mathematics Learning and Inspire Success. New York: Penguin.

Boaler, J. (2014). Research Suggests Timed Tests Cause Math Anxiety. Teaching Children Mathematics, 20 (8).

Boaler, J. (2013, Nov 12 2013). The Stereotypes That Distort How Americans Teach and Learn Math. The Atlantic.

Boaler, J. & Zoido, P. (in press). The Impact of Mathematics Learning Strategies upon Achievement: A Close Analysis of Pisa Data.

Delazer, M., Ischebeck, A., Domahs, F., Zamarian, L., Koppelstaetter, F., Siedentopf, C.M. Kaufmann; Benke, T., & Felber, S. (2005). Learning by Strategies and Learning by Drill – evidence from an fMRI study. NeuroImage. 839-849

Engage New York. https://schools.nyc.gov/NR/rdonlyres/9375E046-3913-4AF5-9FE3-D21BAE8FEE8D/0/CommonCoreIn- structionalShifts_Mathematics.pdf

Feikes, D. & Schwingendorf, K. (2008). The Importance of Compression in Children's Learning of Mathematics and Teacher's Learning to Teach Mathematics. Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education 7 (2).

Fosnot, C, T & Dolk, M (2001). Young Mathematicians at Work: Constructing Multiplication and Division. Heinemann:

Garner, R. (October 3, 2014). The Independent. (Link to Article)

Gray, E., & Tall, D. (1994). Duality, Ambiguity, and Flexibility: A "Proceptual" View of Simple Arithmetic. Journal for Research in Mathematics Education, 25(2), 116-140.

Humphreys, Cathy & Parker, Ruth (in press). Making Number Talks Matter: Developing Mathematical Practices and Deepen- ing Understanding, Grades 4-10. Portland, ME: Stenhouse.

LA Times (1990) https://articles.latimes.com/1990-05-10/news/mn-1461_1_math-error

Parish, S. (2014). Number Talks: Helping Children Build Mental Math and Computation Strategies, Grades K-5, Updated with Common Core Connections. Math Solutions.

Park, J. & Brannon, E. (2013). Training the Approximate Number System Improves Math Proficiency. Association for Psychological Science, 1-7

Ramirez, G., Gunderson, E., Levine, S., and Beilock, S. (2013). Math Anxiety, Working Memory and Math Achievement in Early Elementary School. Journal of Cognition and Development. 14 (2): 187–202.

Supekar, K.; Swigart, A., Tenison, C., Jolles, D., Rosenberg-Lee, M., Fuchs, L., & Menon, V. (2013). Neural Predictors of Indi- vidual Differences in Response to Math Tutoring in Primary-Grade School Children. PNAS, 110, 20 (8230-8235)

Schwartz, L. (2001). A Mathematician Grappling with His Century. Birkhäuser

Silva, E., & White, T. (2013). Pathways to Improvement: Using Psychological Strategies to help College Students Master Devel- opmental Math: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.

National Numeracy (2014).
https://www.nationalnumeracy.org.uk/what-the-research-says/index.html