

¡SE BUSCA!

Innovadores en el Pensamiento Matemático ¹

Julio 2010



•
•
•
• • • • •

En el “Ángulo de Devlin” La Columna de Keith Devlin en la MAA

Traducida y anotada por Diego Pareja Heredia. *Universidad del Quindío.*

Leemos todos los días cuán pobremente se desempeña el sistema educativo americano en matemáticas, al compararlo con otras naciones, particularmente con aquellas, con las que competimos económicamente. La comparación más citada y sobre la que reposa la grave conclusión, es el PISA (Programme for International Student Assessment) que patrocina la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD, por su sigla en inglés).

Las pruebas PISA se realizan cada tres años a estudiantes de quince años, y cubren matemáticas, ciencias, y habilidades en lectura y solución de problemas. El objetivo central de la primera prueba (PISA 2000) fue lectura, el segundo (PISA 2003), matemáticas y el más reciente (PISA 2006) fue ciencias. (Los datos sobre la evaluación que tuvo lugar en 2009 se entregarán en diciembre de este año.) Las pruebas se administran típicamente a grupos de entre 4500 y 10000 estudiantes por cada país.

Seis países han permanecido consistentemente entre los diez primeros: Finlandia, Canadá, Japón, Holanda, Australia y Nueva Zelanda. (Singapur que tiene fama por su buena educación matemática no participa.)

¹ Esta columna aparece originalmente en: http://www.maa.org/devlin/devlin_07_10.html . Ha sido editada manteniendo el tema central.

En PISA 2003, entre treinta países, Estados Unidos clasificó en el décimo octavo lugar en matemáticas, en el vigésimo segundo lugar en ciencias y en el vigésimo octavo lugar en comprensión de lectura y solución de problemas. En 2006, los estudiantes americanos ocuparon el último lugar entre 25, en matemáticas, y en el puesto 21 entre 30 en ciencias. Los estudiantes de USA estuvieron detrás aun de estudiantes de países fuera de la OECD (considerados en vía de desarrollo), como Rusia, Azerbaiyán, Eslovenia, y Estonia. Solamente 1% de los estudiantes de quince años pudieron obtener el máximo nivel, y 27 países tuvieron mayor porcentaje por encima del nivel 6 de la prueba. 28% de los estudiantes americanos que se presentaron aparecen esencialmente con desconocimiento total de las matemáticas.

La publicación de cada nuevo paquete de resultados del PISA, produce la predecible carrera de gritos y lamentaciones de los políticos exigiendo un cambio para poner a los Estados Unidos en el tope. Pero ¿es esto realista? ¿Qué significa estar en el tope?

¿En el tope de qué?

En términos de números escuetos, es decir, lo que son las estadísticas (de mayor interés para los líderes de las grandes corporaciones que enganchan suficientes empleados altamente calificados en matemáticas), no podemos ni siquiera soñar en competir con China (1300 millones de habitantes) o India (1100 millones). En ambos países existe enorme presión sobre los niños por parte de los padres y de los mismos estudiantes, para asegurar una buena educación que asegure un futuro promisorio, y que inevitablemente va a producir más y más hábiles matemáticos, científicos e ingenieros. ¿Podrá Estados Unidos, con una población de 300 millones, menos de la tercera parte de la población de los mencionados gigantes, producir individualidades iguales a aquellas de China o India? Por supuesto que si. Ninguna nación tiene acaparado todo el talento humano. Pero en términos de números no hay forma en que podamos sobrepasarlos. Así, si estar en el tope significa producir más ciudadanos mejor calificados y más hábiles en matemáticas que otros países, posiblemente nunca lo podremos lograr.

¿O significa estar en el tope, que los estudiantes de Estados Unidos estén en, o cerca del tope del ranking internacional que muestran pruebas como PISA, que son estadísticas que a los políticos les gusta consultar? Yo seriamente lo dudo. Todos los países que nombré que se mantienen entre los mejor rankeados, son más pequeños y más cohesivos que Estados Unidos, y han generado un cambio sistémico en una forma en que nuestro tamaño y estructura no lo permite.

Para ilustrar con un ejemplo, si usted mira al país que estuvo en el tope en matemáticas el pasado PISA, Finlandia, encuentra que éste tiene un sistema educativo y unos valores sociales muy diferentes a los de Estados Unidos.

1. Los maestros están extremadamente bien entrenados para lograr la alta certificación del estado, incluyendo en contenidos de conocimiento;
2. Sólo los mejores calificados se admiten a las facultades de educación, dentro de un proceso altamente competitivo;

3. A los profesores se les paga salarios comparables a los de un ingeniero o de un médico;
4. La docencia es una profesión altamente reconocida a la que muchos aspiran;
5. La docencia es una verdadera profesión; completa, con desarrollo escalonado, con capacitación, actualización y renovación durante su ejercicio, etc., no es solamente un empleo.

En contraste, en Estados Unidos: (1) algunos estados han tratado de exigir alta calidad, para encontrar que no hay maestros disponibles, agravándose la situación por la deserción docente, que es, en promedio, de cinco años; (2) Menos y menos estudiantes escogen la profesión docente y típicamente hay poco o ningún estímulo académico en las facultades de educación a todo nivel, incluyendo posgrado; (3) los salarios son muy bajos cuando se comparan con el de otras profesiones; (4) la docencia no es estimada y casi no existe estímulo para entrar en ella.; y (5) se exige desarrollo profesional pero raramente se orienta académicamente hacia contenidos; problemas sociales han sentado precedentes en muchas escuelas.

Puede usted, por supuesto, lamentarse todo lo que quiera sobre este estado de cosas, pero ese es el campo de juego sobre el cual muchos de nosotros que apostamos a la educación en Estados Unidos tenemos que actuar. Así si realmente queremos cambiar las cosas (en lugar de buscar puntos en un score político y avanzar en carreras de retórica vacía), vamos a trabajar con lo que hemos logrado hasta aquí. Como una de las naciones más innovadoras y ricas en recursos de la tierra, deberíamos lograr que en este proceso, nos encontremos una vez más, en un rol de liderazgo en este sentido.

Lo primero que hay que hacer es admitir que el enfoque existente simplemente no trabaja, y no hay forma tampoco de hacerlo trabajar. Entonces necesitamos dar un paso atrás y mirar desprevencidamente la situación en que estamos. *¿Qué exactamente queremos que ocurra y por qué?*

La necesidad de hoy: el pensador matemático innovador

Admito que me gustaría saber el modo de adoptar un sistema educativo como aquel de Finlandia o Singapur, con las características mencionadas arriba. Pero aun si pudiéramos- y como ya indiqué, no pienso que esto sea posible en Estados Unidos – esto no parece suficiente. El mundo ha cambiado. En palabras del escritor Thomas Friedman, el mundo de hoy es (económicamente) plano ([The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century](#)). Enfocándose solamente en los planos de los negocios y del comercio, las tareas matemáticas pueden delegarse más fácilmente que aquellas de la manufacturación, a la velocidad del electrón, con costos de transporte virtualmente nulos. Un diseñador de Nueva York o San Francisco que desee la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales, pueden solicitarla vía e-mail a un centro de especialistas de la India y recibir la respuesta al día siguiente.

Enfrentados a esa realidad económica, la única repuesta viable para Estados Unidos es hacer lo que hemos hecho a lo largo del pasado siglo, y lo que hemos hecho en la industria manufacturera: estar adelante en la curva como el motor innovador principal del mundo.

Qué tanto durará esta estrategia, es difícil predecir – el futuro usualmente se puede predecir – pero no creo que tengamos una opción mejor.

Por muchos años, hemos estado acostumbrados al hecho que el avance de una sociedad industrial requiere una fuerza laboral con habilidades matemáticas. Pero si usted mira más detenidamente, estas habilidades se reducen a dos categorías. La primera incluye a personas quienes pueden tomar un problema nuevo, digamos en manufacturación, identifican y describen matemáticamente sus características principales y usan la descripción matemática para analizar el problema de un modo preciso. La segunda categoría involucra personas quienes, al darles un problema matemático (por ejemplo, un problema ya formulado en términos matemáticos), pueden encontrar su solución matemática.

Hasta la fecha, nuestro proceso de educación en matemáticas se ha enfocado primariamente en la formación de gente del segundo tipo. Ocurre a veces que personas con esta formación se proyecta como un buen elemento también del primer tipo, y como nación lo hemos hecho muy bien. Pero en el mundo de hoy, y más en el mundo del mañana, con una creciente reserva de gente matemática del tipo dos en otros países – una reserva que pronto superará la nuestra en un orden alto de magnitud – nuestra única estrategia viable es apuntar hacia la primera clase de habilidad, y espero podamos mantenernos en esa categoría.

En otras palabras, el único nicho matemático que puedo ver para Estados Unidos – y, afortunadamente para nosotros, es un nicho crucial en la economía mundial de hoy – está en la innovación. La innovación por fortuna, es un área donde aun somos líderes en el mundo, en gran medida porque, nuestro sistema político la permite y recompensa, y porque es además, parte del carácter americano.

(En caso de que el último enunciado luzca como demasiado inclinado hacia América, note que es un simple reflejo de nuestra historia. Por varias centurias, en particular en la pasada, algunas de las más innovadoras personalidades del mundo han llegado hasta aquí a amasar sus fortunas – o en muchos casos a sobrevivir simplemente. Tenemos una cultura de, y el apego a la innovación porque esa fue una de las consecuencias de la inmigración a gran escala. Tomamos muchos de los innovadores del mundo, sacando ventaja del hecho que, un creador de problemas en un país, puede ser eventualmente un innovador más aquí.)

Tradicionalmente, un matemático tuvo que adquirir una maestría en un rango de técnicas matemáticas, y ser capaz de trabajar solo por largos períodos, profundamente concentrado en problemas matemáticos específicos. Sin duda continuará apareciendo americanos nativos quienes serán atraídos a esa actividad, y nuestro sistema educativo deberá darles el soporte necesario. Necesitamos definitivamente de esos individuos. Pero nuestro futuro reposa en algo más, en la producción de pensadores matemáticos que estén en la primera categoría que describí arriba, que propongo llamarlos: *pensadores matemáticos innovadores*.

Para lograr las habilidades que enumeré en la primera categoría arriba, esta camada de individuos (bien, no es nada nuevo, yo no pienso que alguien haya mostrado interés en ellos antes) necesitará tener, antes que todo, un buen entendimiento conceptual (en el sentido funcional) de las matemáticas, conocer su poder, sus alcances, cuándo y cómo pueden aplicarse y conocer también sus limitaciones. Ellos deberán tener una sólida maestría de las

habilidades matemáticas básicas, pero no necesariamente deben ser estelares. Un requisito mucho más importante es que ellos puedan trabajar bien en equipo, a menudo en equipos multidisciplinarios, que puedan ver las cosas en nuevas formas, que puedan rápidamente asimilar una nueva técnica requerida, y que ellos sean buenos para adaptar viejos métodos a situaciones novedosas.

Hay que decir que posiblemente la peor forma de formar tales individuos es forzarlos a seguir un currículo matemático tradicional, con estudiantes trabajando solos a lo largo de una secuencia lineal de tópicos discretos de matemáticas. Para producir el pensador matemático innovador del siglo XXI, usted necesita aprendizaje en grupo basado en proyectos en los cuales a los equipos de estudiantes se les presenta problemas apegados a la realidad que requieran pensamiento matemático u otra clase de pensamiento para su solución.

Por supuesto, necesitará un currículo, en el sentido de una lista de tópicos que los estudiantes deberán dominar en un punto o en otro. Lo que usted no desea hacer es proceder de un tema al otro, como es corriente verlo en la praxis en los Estados Unidos. Un reclamo curricular común, acerca de nuestra práctica común, basada en el método del tema tras tema es que la educación matemática que se logra es, como algunos la definen, “de anchura, una milla y profundidad una pulgada.” No es que enseñemos más tópicos que, digamos, Finlandia o Singapur. Es que tratamos de cubrir muchos en el mismo año. Los países con buen comportamiento en el PISA, enseñan muchos menos tópicos cada año, pero a mayor profundidad. En lugar de repetir muchos tópicos año tras año, esos países meramente ofrecen una revisión del material aprendido bien el año precedente, y se enfocan en nuevos tópicos. Un enfoque basado en proyectos bien pensado, podría eliminar también el problema de la educación matemática *de anchura una milla y una pulgada de profundidad*.

El (nuevo) rol del maestro

En el escenario educacional que estoy describiendo, el rol de maestro es mucho más importante que en el sistema tradicional. En efecto, la tecnología ha llevado a la obsolescencia mucho de lo que usualmente realiza el maestro. Excepto en raras ocasiones, el profesor de hoy, debe gastar mucho de su tiempo frente al tablero explicando las rutinas técnicas básicas. Ese tipo de instrucción puede ahora conseguirse en videos y materiales interactivos de instrucción al alcance de todos en la Web, la mayoría de las veces sin ningún costo, donde el estudiante puede proceder a su propio ritmo, libre de interrupciones por parte de los otros estudiantes, y puede parar el video a cada momento, ver un simple cuadro, el tiempo que lo estime conveniente, y reproducir un segmento del video las veces que quiera. Más aun, va en aumento la oferta de materiales que vienen en paquetes con el seguimiento del progreso y el suministro de nuevo material en la medida de su asimilación por parte del estudiante. (La [Kahn Academy](#), institución sin ánimo de lucro, que es un ejemplo de este tipo, como fuente para estos recursos que ha ganado popularidad últimamente.)

Esto libera al profesor de ser, el vehículo de un sistema costoso de embarque de hechos desde un libro de texto al cuaderno del estudiante (y con suerte también a la mente del estudiante), para convertirlo en una verdadera fuente de aprendizaje. Los maestros pueden

diagnosticar lo que los estudiantes entienden ya, incluyendo sus inconsistencias típicas, al poder ofrecer representaciones alternativas, contraejemplos, ejemplos que permitan esclarecer las cosas cuando reciben retroalimentación por parte de los estudiantes. Ellos pueden situar al estudiante en situaciones donde es necesario concentrarse a fin de descubrir nuevas ideas.

No estoy afirmando que el profesor nunca debe estar frente al tablero y ofrecer instrucción. Una exposición bien diseñada puede ser en extremo útil. Por ejemplo, algunas de las mejores exposiciones en Japón, China y Singapur pueden ser muy efectivas, porque ellas extraen y se basan en lo que los estudiantes conocen ya y se anticipan a plausibles concepciones equivocadas que pueden surgir genuinamente del pensamiento.

Pero sobre todo, la tecnología moderna cambió dramáticamente el balance entre diferentes actividades de la vida. En el método tradicional, los estudiantes se suponía que iban a la escuela a adquirir conocimientos y a aprender nuevas técnicas, y entonces practicarlos en casa. En el sistema educativo del siglo XXI, estas dos actividades pueden, y en mi opinión deberían, intercambiarse completamente; el hogar es el sitio primario donde el estudiante adquiere los hechos y aprende los métodos (la mayoría de las veces a través de la Web), el salón de clase es donde, con la ayuda del resto de estudiantes y sobre todo del profesor, el estudiante trabaja sobre ejercicios para consolidar el entendimiento del tema, donde el profesor realiza y se compromete en todas las actividades que mencioné arriba.

Con proyectos de clase jalonando enteramente el proceso, es probable que diferentes estudiantes accedan a diferentes materiales a distintos tiempos, en diferente orden, ya que cada equipo ensaya su propia metodología. En el modelo educativo tradicional, ningún maestro puede manejar esa carga de información para hacerla llegar al estudiante, lo que si hace, fácilmente el video bajado de la Web. Los “hechos de las matemáticas” son pocos. Lo que toma tiempo y esfuerzo es aprender como hacer buen uso de ellos – aprender como pensar matemáticamente – y es en eso, donde el buen maestro (humano) no tiene sustituto. En enseñar como pensar matemáticamente es donde el profesor de hoy, debería concentrarse, para aprovechar bien su tiempo.

El rol de líder al que Estados Unidos se ha acostumbrado, y que claramente desea mantener, reside, yo sugiero, en el crecimiento estratégico de la importancia que se le dé a lo que vengo llamando *pensamiento matemático innovador*. Allí es donde reside nuestro futuro económico como nación. Y eso es lo que nuestro sistema educacional necesita acoger. Se requiere una filosofía educacional que integre nuestra estructura de control local, vertical, de libre empresa, de gobierno federal y social, y permítanme agregar, nuestro carácter nacional. Lo que no deberíamos hacer es enseñar matemáticas para la era industrial, sino desarrollar en nuestros estudiantes la clase del libre pensamiento, de formas novedosas de pensar los problemas, haciendo uso de las matemáticas cuando se requiera, o sea apropiado. Eso es lo necesario para una nación cuyo bienestar económico reposa constantemente en la innovación.