



Inspirar, Atraer y Educar: Una Responsabilidad de Todos

Dra. Ana María **Ferrer**as Fiel

Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos de América

U.S.A.

aferrer@nas.edu

Resumen

En los últimos años, un gran número de estudios han identificado la necesidad de educar a las futuras generaciones de científicos, ingenieros, matemáticos e informáticos que sean capaces de resolver los problemas más complejos del siglo XXI como el cambio climático y las energías renovables, pero el inspirar, atraer y educar a unas generaciones de expertos en estas áreas no es una tarea fácil. La idea de aprender matemáticas de manera multidisciplinaria y divertida, en ambientes no tradicionales, es algo que se está llevando cada día más a la práctica. En este minicurso, la Dra. Ferreras Fiel cubrirá las técnicas y actividades más exitosas usadas hoy en día en Estados Unidos para inspirar, atraer y educar a los estudiantes de manera multidisciplinaria.

Palabras clave: educación multidisciplinaria, inspirar, atraer, educar, ambientes no tradicionales.

Introducción

La educación es uno de los impulsores más importantes del crecimiento económico de un país. Los beneficios de la educación van más allá de lo académico ya que contribuye a objetivos económicos como el crecimiento y la productividad, así como a los objetivos sociales como la salud y la cohesión social (Zoido, 2008).

El principal desafío al que se enfrenta América Latina es mejorar la calidad de la educación y aumentar las tasas de participación en educación secundaria. Aunque sólo el 6% de la población mayor de 15 años de edad no ha recibido ningún tipo de educación, sigue habiendo deficiencias importantes en educación secundaria, especialmente para los hogares más pobres. En Nicaragua, por ejemplo, más del 70% de los niños de los hogares más pudientes asisten a la escuela secundaria, mientras que los niños con menos recursos son menos del 15%. Esto indica que hay un problema serio de desigualdad educativa dentro de las diferentes clases sociales de la población de América Latina. El porcentaje de escolarización en educación secundaria en América Latina es de un 77 %, mientras que la media de la OCDE es cercana al 100%.

PISA es una evaluación que destaca los logros de los países en su rendimiento académico y hace una comparación equitativa de las oportunidades de aprendizaje para incitar a otros países a buscar la meta de mejora educativa. El informe PISA se realiza cada tres años y evalúa el rendimiento de alumnos de 15 años en áreas temáticas examinadas en diferentes oportunidades. Seis países latinoamericanos participaron en la prueba de PISA en el 2006, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay. Los estudiantes de América Latina están atrasados de media en tres años escolares en comparación con sus homólogos de la OCDE, mientras que la diferencia de otros países emergentes es sólo la mitad (OECD, 2009).

Una mayor inversión no necesariamente traerá mejores resultados. Por ejemplo, países como Lituania o Macao, China invierten tanto como América Latina y obtienen mejores resultados. A pesar de los impresionantes logros en la última década, una mejora en la calidad y eficiencia de la educación que garantice una mayor participación y retención de los estudiantes sigue siendo uno de los principales desafíos para el desarrollo de América Latina (Zoido, 2008).

Descripción

¿Porque es Importante Educar y Producir más Científicos e Ingenieros?

La disponibilidad de científicos e ingenieros es la clave para un fuerte sistema de innovación. Los científicos e ingenieros son un recurso indispensable en la vinculación de empresas, laboratorios e instituciones académicas y desarrollan muchas de las innovaciones en el mundo actual. La mayoría de los productos y servicios innovadores evolucionan a partir de proyectos empresariales fundados por ingenieros. Sin embargo, el desarrollo de la profesión sigue siendo muy desigual entre y dentro de los países de América Latina. En la siguiente figura se puede observar el porcentaje de graduados superiores en ciencias e ingeniería con respecto al porcentaje de graduados en escuelas superiores (IDB, 2010).

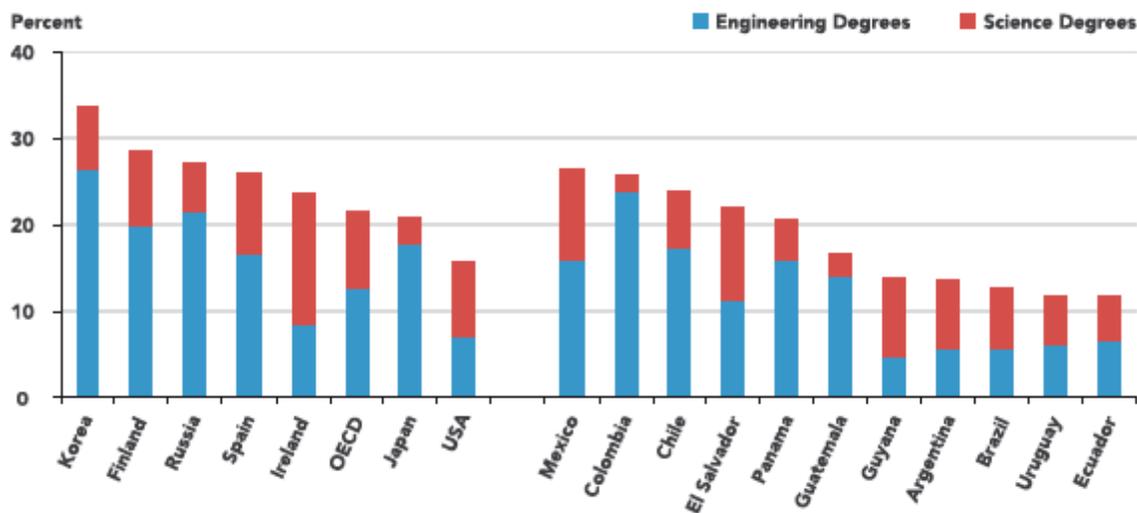


Figura 1: Graduados Superiores en Ciencias e Ingeniería en el 2007 como Porcentaje de Todos los Nuevos Graduados Superiores. Instituto de Estadística de la UNESCO (IDB, 2010)¹

El número de doctores en ciencias e ingeniería por cada 100.000 habitantes es un indicador de la calidad y la profundidad de la investigación realizada por científicos e ingenieros. Existe un problema de desigualdad de doctorados en estas áreas en la región. Mientras que el número de títulos de doctorado es mayor en países como Brasil o México (con cerca de cinco y tres doctores por cada 100.000 habitantes, respectivamente), en otros países como Guatemala y El Salvador (con menos de un doctorado por 100.000 habitantes) el número es insignificante. La siguiente grafica muestras esta gran desigualdad dentro de la región (IDB, 2010).

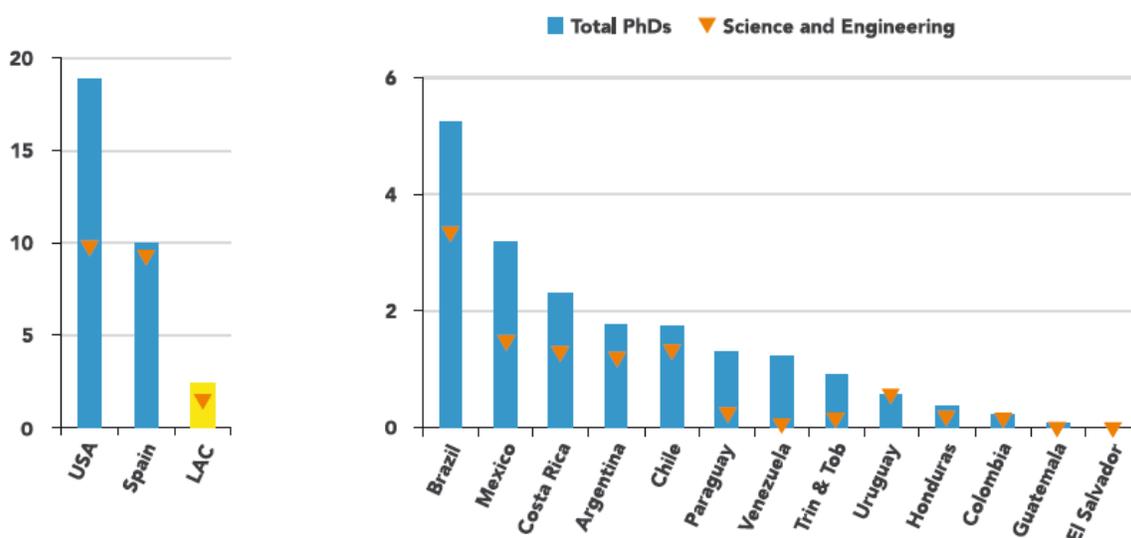


Figura 2: Número Total de Graduados de Doctorado y Graduados Especializados en Ciencias e Ingeniería por 100.000 Habitantes en el 2007. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) (IDB, 2010)²

Según los datos disponibles de los 13 países de la región, en el 2007 hubo un promedio de sólo un investigador por cada 1.000 trabajadores en la fuerza laboral de América Latina y el Caribe. Este número es siete veces menor que el promedio de la OCDE y nueve veces menor que en los Estados Unidos. En la región, Argentina lidera el ranking con 2,4 investigadores por cada 1.000 trabajadores, seguido por Chile y Brasil, con 2,0 y 1,3 respectivamente. Guatemala y Paraguay muestran el menor número, con menos de 0.15 investigadores por cada 1.000 trabajadores en la fuerza laboral. Para la mayoría de los países cuyos datos están disponibles, los avances realizados son importantes. Chile y México duplicaron este número, y Brasil aumentó en

¹ Los últimos datos disponibles de Argentina, Australia, Bélgica y Hungría son del 2006, y para Alemania y Polonia del 2005. Los datos del 2005, 2006 y 2007 (Canadá y Luxemburgo no están disponibles) fueron utilizados en el cálculo de la media de la OCDE 2007.

² Hay dos escalas, una para cada grupo de países. Los últimos datos disponibles para Argentina, Honduras y Estados Unidos son del 2006. Los datos de LAC que ofrece la base de datos de la RICYT son estimados.

un 70%. La región en promedio, aumentó el número de investigadores en relación a las personas económicamente activas en un 57% entre 1997 y 2007. Las únicas excepciones a esta tendencia son Ecuador y Panamá, que registran una disminución significativa. A pesar de los progresos realizados, la diferencia sigue aumentando ya que el número de investigadores continúa creciendo en los países industrializados (IDB, 2010).

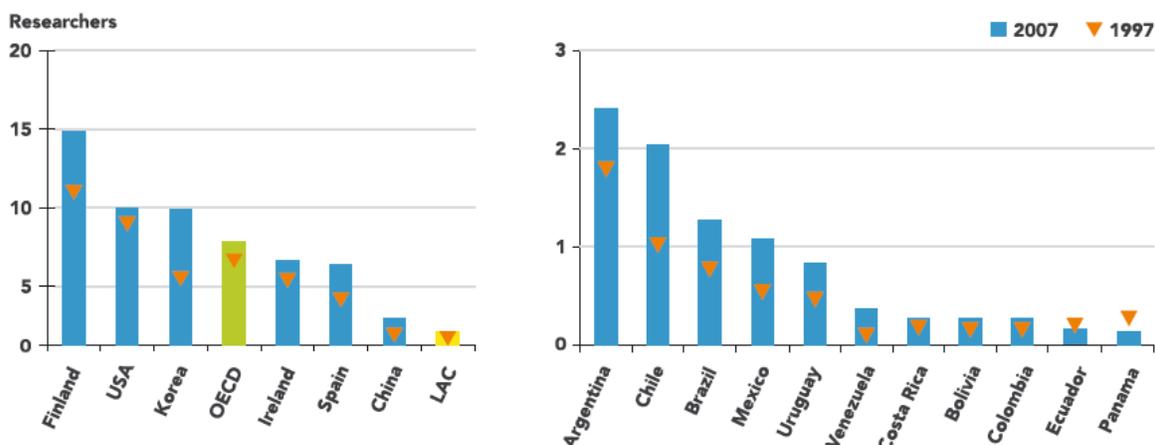


Figura 3: Número de Investigadores por 1.000 en la Fuerza Laboral del 1997 y 2007. Indicadores de Ciencia RICYT y la OCDE de Ciencia y Tecnología 2009-1; (IDB, 2010).³

En la siguiente grafica se puede observar una diferencia significativa entre Brasil con un 59% y el resto de los países de América Latina. Méjico precede a Brasil con un 21% y Argentina, Chile y Colombia le siguen respectivamente. El resto de América Latina y el Caribe simplemente representan un 6%, lo cual muestra una gran desigualdad de gastos en I+D dentro de la región.

³ Hay dos escalas, una para cada grupo de países. El dato más cercano de Brasil es de 1995, Bolivia y Venezuela de 1998 y para Uruguay de 1999. Los últimos datos disponibles para Bolivia y Uruguay son de 2002, Chile y Panamá de 2004, Costa Rica de 2005, y México, Irlanda, Estados Unidos, y la OCDE son de 2006. El umbral de los datos más cercanos es del 2002. Existe una pequeña variación en los valores reportados para los Estados Unidos y España en los datos de la OCDE y RICYT, y se utilizaron los datos de la OCDE. Los datos de América Latina y el Caribe que se ofrecen son estimados y provienen del RICYT. Datos de la OCDE provienen de la base de datos de la OCDE y se basan en estimaciones de la Secretaría o de proyecciones basadas en fuentes nacionales.

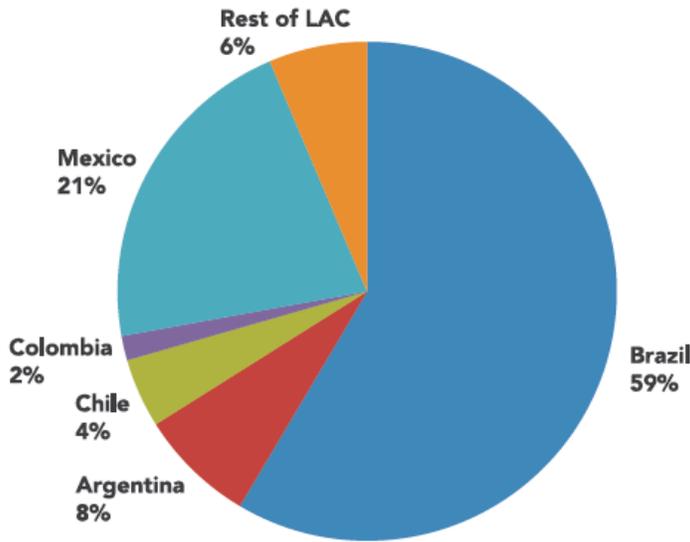


Figura 4: Gastos de las Acciones de I + D de los Países Seleccionados como Porcentaje del Total de I + D en América Latina y el Caribe, 2007 (en millones de PPP). RICYT, Indicadores del Desarrollo Mundial (IDB, 2010)⁴

Matemáticas en América Latina

Ocho países de América Latina participaron en la prueba de PISA en el 2009 donde todos los países de la región obtuvieron resultados inferiores a la media de la OCDE (496). La región de Shanghái, China quedó la primera en el mundo con un puntaje de 600, seguido por Corea con 546. Estados Unidos y España están por debajo de la media de la OCDE con 487 y 483 respectivamente. Los países de la región que participaron son Uruguay con 427, Chile con 421, Méjico con 419, Argentina con 388, Brasil con 386, Colombia con 381, Perú con 365, y Panamá cerrando con 360.

⁴ Los países incluidos en el Resto de América Latina y el Caribe son: Bolivia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

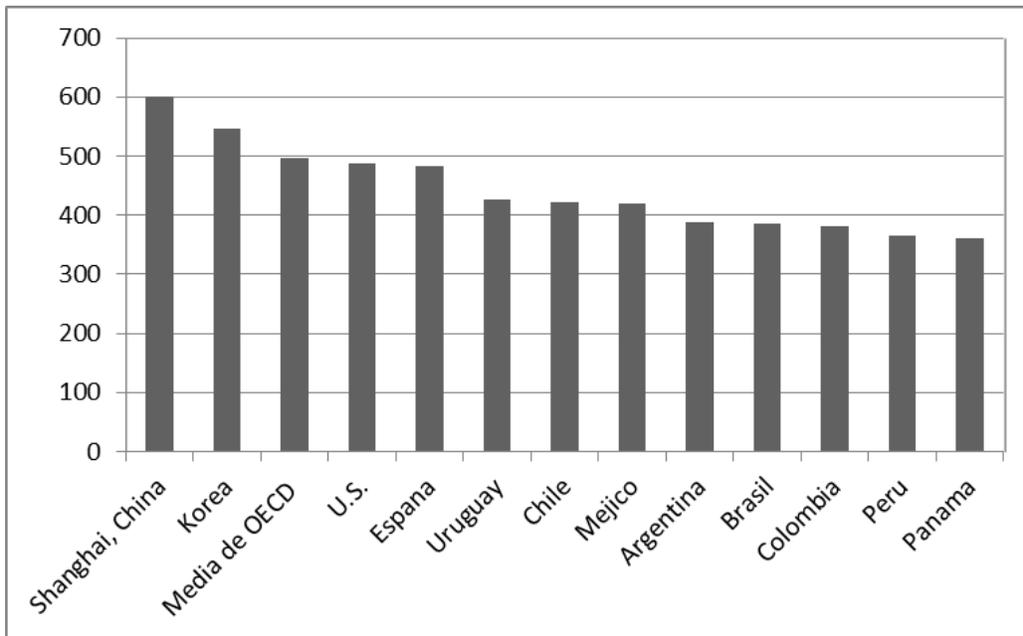


Figura 5: Resultados de Matemáticas, PISA 2009

¿Qué es STEM?

Hasta el 2001, la abreviatura más común para describir las áreas de ciencias, matemáticas, ingeniería, y tecnología era SMET. La Fundación Nacional de las Ciencias (NSF) de Estados Unidos fue el primer organismo en usar la abreviatura STEM. En la última década, el NSF ha centrado más sus recursos en programas de STEM para atraer a toda la población estudiantil. Aunque no hay duda que deberíamos de educar a nuestros estudiantes en todas las áreas de STEM (Tabla 1), en realidad, en la mayoría de las escuelas de primaria y secundaria, las clases de STEM se enseñan con poca o ninguna conexión entre ellas. Los estudiantes aprenden las matemáticas en un aula, las ciencias en otra, y la tecnología e ingeniería en muchos casos ni se cubre o si se cubre también se hace por separado (NAE, 2009).

Tabla 1: Las Cuatro Áreas de STEM (NAE, 2009)

La ciencia es el estudio del mundo natural, incluyendo las leyes de la naturaleza asociados con la física, la química y la biología, y el tratamiento o la aplicación de hechos, principios, conceptos o convenciones asociadas a estas disciplinas. El conocimiento de la ciencia nutre el proceso de diseño de la ingeniería.

La tecnología abarca todo el sistema de personas y organizaciones, los conocimientos, procesos y dispositivos que intervienen en la creación y funcionamiento de los artefactos tecnológicos, así como los propios artefactos. A lo largo de la historia, los seres humanos han creado la tecnología para satisfacer sus deseos y necesidades. Gran parte de la tecnología moderna es un producto de la ciencia y la ingeniería, y las herramientas tecnológicas se utilizan en ambos campos.

La ingeniería es un campo que se enfoca en el diseño y la creación de productos hechos por el hombre, al igual que un proceso para resolver problemas. Una limitación en el diseño de ingeniería son las leyes de la naturaleza o la ciencia. La ingeniería utiliza conceptos de las ciencias y matemáticas, así como las herramientas tecnológicas.

Las matemáticas son el estudio de patrones y relaciones entre cantidades, números y formas. Algunas de las ramas específicas de las matemáticas son la aritmética, geometría, álgebra, trigonometría y cálculo. Las matemáticas se utilizan en la ciencia y la ingeniería.

La Importancia de las Matemáticas en la Ciencia

Durante los últimos 200 años, la ciencia se ha movido hacia la cuantificación, la visualización y la precisión. Las matemáticas proveen a los científicos una serie de herramientas para comprender y analizar conceptos científicos. A menudo, expresando una idea matemáticamente los resultados en el descubrimiento de nuevos patrones o relaciones que de otra manera podría no ser visto. Por ejemplo, los niños de tercer grado que estudian el crecimiento de las plantas se pregunta si los brotes (la parte de la planta que crece por encima del suelo) y las raíces crecen al mismo ritmo. Cuando se traza el crecimiento en un gráfico de coordenadas que aparecen milímetros de crecimiento por día, los estudiantes notan de inmediato que las tasas de crecimiento no fueron las mismas. Sin embargo, un estudiante señaló que las curvas de las raíces y brotes mostraron la misma forma de S. Esta forma de S apareció de nuevo en los gráficos que describen el crecimiento de los gusanos del tabaco y las poblaciones de bacterias en una placa. Los estudiantes llegaron a reconocer esta figura como un patrón gráfico estándar que indica el crecimiento. Esta similitud en los patrones no hubiera sido notable sin la

representación matemática que ofrece el gráfico. Dada la importancia de las matemáticas en la comprensión de la ciencia, las matemáticas en la escuela primaria tiene que ir más allá de la aritmética para incluir ideas sobre el espacio y la geometría, medición, etc (Michaels, S., Shouse, A.W., and Schweingruber, H.A., 2008).

Como las Experiencias de la Ingeniería pueden Mejorar el Conocimiento de las Matemáticas

Aunque el análisis y la modelización matemática son esenciales para el diseño de la ingeniería, muy pocos programas de matemáticas en las escuelas de primaria y secundaria cubren modelos matemáticos. Puede haber muchas razones para ello. Aquellos que desarrollan currículos pueden no estar familiarizados en cómo utilizar las matemáticas en el diseño de la ingeniería o no entender las progresiones de aprendizaje de las matemáticas. También puede que los expertos en currículos tengan miedo de que los malos resultados en matemáticas sean un obstáculo para exponer a los estudiantes a conceptos o experiencias de la ingeniería. A pesar de estos miedos, la ingeniería podría contribuir a mejorar la comprensión de los estudiantes y el rendimiento en ciertas áreas de las matemáticas. Por ejemplo, las manipulaciones numéricas exigidas para las mediciones y los análisis relacionados con el diseño de la ingeniería puede, a través de la exposición y la repetición, aumentar la confianza de los estudiantes en sus habilidades matemáticas. Además, los conceptos específicos, tales como razones y proporciones, fracciones y decimales, son útiles para una variedad de proyectos de diseño de ingeniería. La comprensión de estos conceptos está estrechamente ligada al éxito en álgebra, la cual es un curso imprescindible para el avance en la educación de STEM (NAE, 2009).

Inspirar, Atraer y Educar

El reporte titulado “Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) for America’s Future” que el Consejo de Ciencias y Tecnología del Presidente de los Estados Unidos (PCAST) ha publicado recientemente, enfatiza en la necesidad de *inspirar* a los estudiantes de hoy en día para que cursen estudios superiores en las áreas de STEM. Para ello el informe sugiere dos soluciones para obtener este objetivo: 1) preparar a los maestros en las áreas de STEM en *contenido y pedagogía*, y 2) organizar actividades para *inspirar* a los estudiantes fuera del aula de manera individual y colectiva (PCAST, 2010). Aunque el reporte de PCAST tiene un enfoque en el futuro educativo de los Estados Unidos, este es un problema que afecta también a América Latina. La educación en las áreas de STEM es más exitosa cuando los estudiantes desarrollan una conexión personal con las ideas y emociones en estas áreas. Estas experiencias no solo pueden tomar lugar en el aula, pero también por medio de experiencias individuales o en grupo fuera del aula. El reporte de PCAST propone el organizar una serie variada de actividades en STEM que pueden llevarse a cabo después del horario escolar como competiciones, laboratorios de fabricación, programas después de clase, programas de verano, y actividades similares.

Para producir más profesionales en las áreas de STEM, se necesita seguir un proceso en el cual, primeramente se inspire al estudiante, después se le atraiga y retenga a largo plazo, y finalmente se le eduque apropiadamente para que el estudiante termine no solo siendo un gran

profesional en las áreas de STEM pero aún más importante, sea un líder. Ya que las matemáticas son la base del resto de las áreas en STEM, es importantísimo que los maestros de matemáticas puedan llevar a cabo esta labor.



Figura 6: Proceso para Inspira, Atraer y Educar

Este mini-curso cubrirá una serie de herramientas y prácticas que los expertos han identificado como exitosas a la hora de educar, atraer e inspirar a estudiantes en áreas de STEM. Técnicas que se pueden llevar a cabo en una clase de matemáticas. ¿Qué puede hacer un maestro de matemáticas hoy en día para inspirar a sus estudiantes? ¿Cómo puede un maestro motivar a sus estudiantes? ¿Qué herramientas y actividades puede organizar un maestro para educar de manera entretenida? ¿Cómo puede un maestro de matemáticas enseñar de manera multidisciplinaria (STEM)?

Conclusiones

La integración de experiencias de STEM dentro y fuera del aula no solo ayudaría a los estudiantes a conectar conceptos de diferentes áreas/materias sino también les motivaría a aprender más matemáticas. Los modelos mentales de los estudiantes y la comprensión de conceptos en las áreas de STEM se verían reforzados a través de las conexiones entre estas materias. La necesidad de inspirar, atraer y educar a un mayor número de estudiantes en las áreas de STEM es una tarea de todos. Esto no solo beneficiaría económicamente a la región sino también eliminaría problemas de desigualdad social.

Referencias Bibliográficas

Inter-American Development Bank. (2010). Science, Technology, and Innovation in Latin American and the Caribbean: A Statistical Compendium of Indicators.

Michaels, S., Shouse, A.; Schweingruber, H. (2008). Ready, Set, Science! Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms. Board on Science Education, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The *National Academies Press*.

National Academy of Engineering. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Linda Katehi, Greg Pearson, and Michael Feder, editors. *National Academy Press*.

OECD. (2009). *Latin American Economic Outlook*.

President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST). (2010). *Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) for America's Future*. *Executive Report*.

Zoido, Pablo. (2008). *Public Spending on Education in Latin America: Does it Pay?* *Policy Insights*. No. 80. October, 2008.