

## HACIA UNA EDUCACIÓN STEM EN LAS SECUNDARIAS PÚBLICAS DE MÉXICO

---

### TOWARDS A STEM EDUCATION IN PUBLIC MIDDLE SCHOOL IN MEXICO

MARÍA DEL CARMEN FERNÁNDEZ CARRASCO \*

#### **Resumen**

Los avances científicos y el desarrollo tecnológico representan vías para la prosperidad de las naciones, por ello resulta imperativo que el sistema de educación pública de México integre el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por sus siglas en inglés). Esta tendencia mundial tiene como objetivo despertar el interés de las nuevas generaciones por estudiar carreras que incluyan estas disciplinas, de manera que los futuros profesionistas pasen de ser usuarios a convertirse en creadores de tecnología, gracias a que en su formación secundaria se les brindaron conocimientos y experiencias necesarias para desarrollar innovaciones sociales que hagan de nuestro país y del mundo un lugar mejor para vivir, de manera incluyente y con equidad, sin dejar de lado a las mujeres y a los estudiantes de las escuelas secundarias públicas.

*\* Ingeniera Industrial  
y de Sistemas (ITESM),  
Especialidad en  
docencia, Maestría en  
Mercadotecnia Global  
(ITESO)  
Profesora del  
Departamento de  
Ciencias Económico  
Administrativas,  
Universidad  
Iberoamericana León*

## **Abstract**

Since scientific and technological development represent ways for nations to achieve prosperity, it is mandatory for public education in Mexico to use the STEM system (Science, Technology, Engineering and Mathematics). This worldwide tendency seeks to motivate new generations to study undergraduate courses containing these subjects, so that students switch from consumers of technology to developers of it. By creating social innovative projects, based on inclusion and gender equality, the world will be a better place to live in.

**Palabras clave:** *STEM, educación pública, secundaria, modelo educativo*

**Keywords:** *STEM, public education, secondary, educational model*

En el año 2015, la Organización para las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, como una oportunidad para que los países y sus habitantes emprendan un nuevo camino cuyo destino es la mejora de las condiciones de vida de manera incluyente, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente y el diseño de nuestras ciudades.

El cuarto objetivo es la Educación de Calidad, cuya premisa central es la educación como base para alcanzar el desarrollo sostenible y con ello mejorar la calidad de vida de todas las personas, dando acceso a la educación inclusiva y equitativa para coadyuvar a que los individuos cuenten con las herramientas necesarias para desarrollar soluciones innovadoras a los grandes problemas del mundo. De este objetivo se desprenden siete metas, la cuarta de ellas hace referencia a que debe incrementarse considerablemente, a nivel mundial, el número de programas técnicos, científicos, de ingeniería y de tecnología de la información y las comunicaciones, de países desarrollados y otros países en desarrollo, apoyado simultáneamente con un aumento considerable de la oferta de docentes calificados, incluso mediante la cooperación internacional, para la formación de profesores que hagan posible el logro de este objetivo (Organización de las Naciones Unidas, s.f.).

Dada su importancia en la educación, desde la década de 1990, la National Science Foundation (NSF, por sus siglas en inglés), comenzó a utilizar el término "SMET" para hacer alusión a las ciencias, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología, pero el término no tuvo mucha aceptación debido a que en su orden hacía referencia a otras cosas diferentes,

por lo cual fue cambiado por el término STEM, acrónimo en inglés que hace referencia, en diferente orden, a las mismas áreas, como respuesta a la falta de candidatos calificados en el sector de tecnología avanzada. La intención de crear el STEM fue asegurar que los alumnos no recibieran conocimientos y habilidades de cada una de estas materias de forma aislada, sino que formaran parte de un sistema de educación integrado.

La interdisciplinariedad entre las áreas académicas no es un fenómeno nuevo, sin embargo, la interdisciplinariedad STEM es mucho más que la simple conexión entre las diversas disciplinas. Como señalan Sánchez y otros (2015), “el llamado es hacer estas conexiones explícitas usando elementos que permitan conectarlos a la realidad que cada estudiante de cada escuela vive” (p. 6); para hacer esto posible, es necesario capacitar a los maestros para que diseñen experiencias auténticas de aprendizaje interdisciplinar, no viendo a STEM como una metodología en sí misma, sino como una filosofía en la que los estudiantes son los constructores de su propio conocimiento, mientras que los maestros facilitan el proceso a través del diseño de experiencias de aprendizaje que les permitan descubrir, entender, concluir y aprender de manera significativa, a través de la solución de problemas reales en un ambiente colaborativo.

Tsupros, Kohler, & Hallinen (2009) definen la educación STEM como un enfoque interdisciplinario que es fundamental para el aprendizaje, ya que los conceptos académicos complejos se relacionan con la vida diaria, lo que favorece que los estudiantes apliquen la ciencia, la tecnología, la ingeniería, y las matemáticas en múltiples contextos como la escuela, la comunidad o el trabajo. Además, permiten el desarrollo de las competencias STEM y con ello, la capacidad de competir en la nueva economía mundial.

La educación STEM es una tendencia mundial, por ello se ha convertido en uno de los principales objetivos de la agenda educativa de varios países, entre los que destacan Estados Unidos (EUA), países de la Unión Europea como Reino Unido, Finlandia y España; de organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la STEM Education Coalition en EUA, el STEM Education Institute en EUA, la Woman Into Science and Engineering (WISE) en Reino Unido, Scientix en toda la Comunidad Europea, por mencionar algunas.

La innovación científica y tecnológica es esencial para el crecimiento sostenido de los países, ya que coadyuva a incrementar su competitividad a nivel mundial y a mejorar el nivel de vida de sus ciudadanos. Esta situación contrasta con la preocupación que hoy se vive en varios países debido a que ha disminuido el interés de los niños y jóvenes en estudiar carreras

relacionadas con las áreas que integran el enfoque STEM, teniendo como consecuencia la falta de profesionistas calificados en el sector de tecnología avanzada y México no es la excepción, ya que, de acuerdo con datos del Observatorio Laboral (año), la mayor parte de los profesionistas ocupados ejercen las carreras de derecho, administración de empresas y contabilidad. En contraste, se puede observar que entre los profesionistas con mayores ingresos se encuentran aquellos con profesiones derivadas de estudios STEM, como medicina, ingeniería en todas sus ramas y ciencias de la tierra y la atmósfera (Hernández, 2015).

La falta de innovación para solucionar los problemas actuales y futuros, propiciada por deficiencias en la formación académica en las disciplinas que, basadas en el conocimiento científico y tecnológico, contribuyen al desarrollo sustentable, genera grandes preocupaciones. Una discusión frecuente se centra en determinar si esta situación se ha venido generando debido a que las asignaturas que integran el enfoque STEM se imparten de manera aislada, a lo que se suma la falta de docentes preparados en las aulas para enseñar a los niños y jóvenes a resolver problemas complejos de forma colaborativa, en situaciones reales, y de manera atractiva.

Centrándonos específicamente en México, el problema se agudiza cuando observamos los paupérrimos resultados que los alumnos han logrado en las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en las que se evalúan trianualmente la formación de los

### RESULTADOS DE PRUEBAS PISA

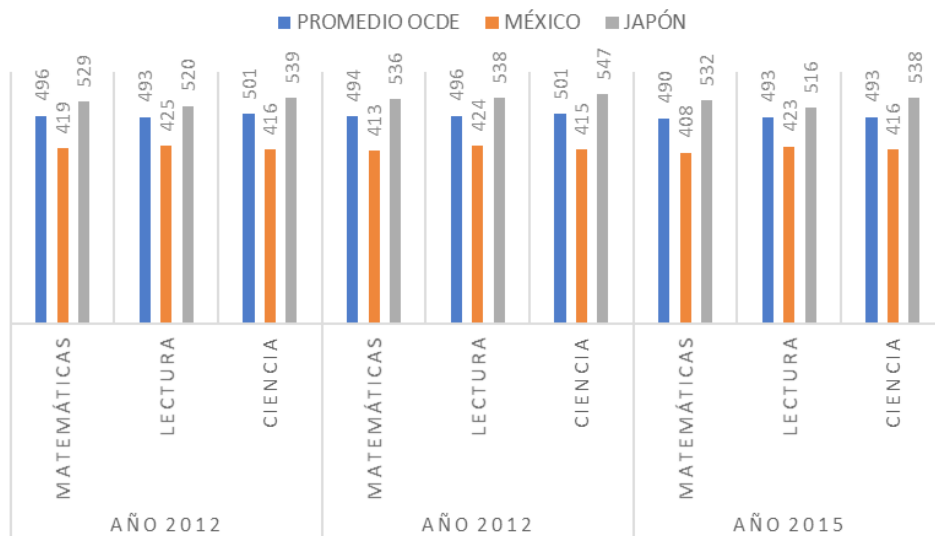


Tabla 1: Comparativo de los resultados obtenidos por México en las pruebas PISA (INEE, 2016)

alumnos de 70 países cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, alrededor de los 15 años. En las pruebas realizadas en los años 2009, 2012 y 2015, los estudiantes mexicanos obtuvieron calificaciones muy bajas, de hecho, en 2012, México fue el país con las peores calificaciones de los países de la OCDE y para 2015 los resultados tampoco fueron positivos: Ciencias lugar 57, Lectura lugar 55 y Matemáticas lugar 56 de 70 países evaluados; muy por debajo de la media de la OCDE como se muestra en la Tabla 1.

Además de evaluar los aprendizajes que logran los estudiantes en las tres áreas antes mencionadas, también se miden aspectos actitudinales frente a ellas, y cabe señalar que los resultados de los mexicanos llaman la atención por ser positivos aún a pesar de mostrar grandes deficiencias en los conocimientos adquiridos. Entre los puntos que se evalúan están el grado en que disfrutan de la ciencia; el interés en temas científicos de tipo general; el grado de motivación para aprender ciencias por considerar que les será útil en el futuro; el grado en que se sienten capaces para estudiar ciencias (autoeficacia), y finalmente, el número de actividades relacionadas con su estudio, a las que los alumnos dicen tener acceso, como programas de radio o televisión, museos, etc.

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta actitudinal por las ciencias (INEE, 2016), de la que retomaremos algunos puntos más adelante, pero que nos dejan ver que aún y cuando los alumnos mexicanos obtuvieron un puntaje en conocimientos por debajo de la media (media de ciencias), muestran gran interés y gozo por ella:

Pais	Media de Ciencias	Disfrute de la ciencia	Interés en temas científicos generales	Motivación instrumental de aprender ciencias	Autoeficacia en ciencias	Actividades de ciencias
Singapur	556	0.59	0.28	0.51	0.11	0.20
Japón	538	-0.33	-0.11	-0.02	-0.46	-0.57
Canadá	528	0.40	0.26	0.46	0.35	-0.02
Polonia	501	0.02	-0.24	0.13	0.16	0.40
Portugal	501	0.32	0.27	0.36	0.27	0.20
Estados Unidos	496	0.23	0.05	0.32	0.26	-0.02
España	493	0.03	0.10	0.26	-0.14	-0.20
Federación Rusa	487	0.00	0.03	0.24	0.02	0.66
Italia	481	0.00	0.21	0.16	0.13	0.27
Chile	447	0.08	0.04	0.34	-0.10	0.17
Uruguay	435	-0.10	-0.05	0.29	0.05	0.14
Turquía	425	0.15	-0.06	0.38	0.35	0.68
Tailandia	421	0.42	0.60	0.48	0.17	0.92
Costa Rica	420	0.35	0.22	0.44	-0.12	0.31
Colombia	416	0.32	0.35	0.40	-0.05	0.64
<b>México</b>	<b>416</b>	<b>0.42</b>	<b>0.43</b>	<b>0.53</b>	<b>0.27</b>	<b>0.53</b>
Brasil	401	0.23	0.24	0.45	0.17	0.50
Perú	397	0.40	0.46	0.51	0.34	0.70
Argelia	376	0.46	m	0.43	-0.16	m
República Dominicana	332	0.54	0.69	0.60	0.54	0.92

Tabla 2: Medias de índices actitudinales relacionados con Ciencias, PISA 2015 (INEE, 2016)

Al publicarse los resultados de las pruebas PISA en el año 2012 y poner en evidencia el bajo desempeño de los estudiantes mexicanos, el gobierno decidió tomar cartas en el asunto y puso en marcha un proceso de gran transformación: la Reforma Educativa. Esta reforma elevó a nivel Constitucional la obligación del Estado Mexicano de mejorar la calidad y la equidad de la educación, ya que busca que todos los estudiantes cuenten con una formación integral que les permita adquirir los aprendizajes que necesitarán durante su vida para desarrollarse profesionalmente en el ámbito de su preferencia. Además, busca que ellos cuenten con las herramientas necesarias para ser exitosos, productivos y felices, en un mundo globalizado, como lo exige la sociedad del siglo XXI. Tras numerosos encuentros, diálogos, foros, entrevistas y encuestas con diferentes especialistas versados en educación, en julio de 2016, la Secretaría de Educación Pública (SEP) presentó una propuesta para la actualización del Modelo Educativo (razón por la cual se le denomina Modelo Educativo 2016) y que entra en vigor a partir del ciclo escolar 2018-2019 en dos fases:

- 1. Ciclo escolar 2018-2019** para los tres grados de preescolar, primero y segundo de primaria, primero de secundaria y los tres grados de la Educación Media Superior.
- 2. Comenzará en el ciclo 2019-2020** para tercero a sexto de primaria, en segundo y tercero de secundaria.

El Modelo Educativo 2016 está formado por tres documentos (Secretaría de Educación Pública, 2016):

- 1. Carta sobre los fines de la educación en el siglo XXI.** Expone brevemente cómo deben ser las mexicanas y mexicanos que se buscan formar con el Modelo Educativo.
- 2. Modelo educativo 2016.** Explica el nuevo modelo originado por la Reforma Educativa, que está articulado por cinco ejes rectores para lograr un mayor aprendizaje por las niñas, niños y jóvenes.
- 3. Propuesta curricular para la educación obligatoria 2016.** Contiene el nuevo planteamiento curricular para la educación básica y la media superior, explicando la estructura de los contenidos educativos y las condiciones para gestionar el nuevo currículo en la educación básica.

Con este nuevo modelo, se busca transformar la construcción, transmisión y socialización del conocimiento, impactando las formas de pensar y relacionarse de los alumnos bajo un enfoque humanista, para que el día de mañana sean personas no solo mejor preparadas académicamente, sino más sensibles a las necesidades de la sociedad, de tal forma que sean capaces de convivir en armonía, adaptándose al entorno y desarrollando pensamientos

complejos, críticos, reflexivos, creativos y flexibles, que les permitan resolver problemas de manera innovadora para lograr el crecimiento sostenido de nuestra nación, lo que nos permitirá ser competitivos a nivel mundial y como consecuencia, mejorar la calidad de vida de nuestros ciudadanos.

Para lograr lo anterior, se definió el perfil de egreso de los estudiantes en cada nivel educativo (preescolar, primaria, secundaria, educación media superior también conocida como preparatoria), en el que se describen los conocimientos, habilidades y valores que los alumnos habrán tenido que adquirir durante los años que cursaron la educación obligatoria y que se clasifican en 10 ámbitos:

- Lenguaje y comunicación
- Pensamiento matemático
- Exploración y comprensión del mundo natural y social
- Pensamiento crítico y solución de problemas
- Habilidades socioemocionales y proyecto de vida
- Colaboración y trabajo en equipo
- Convivencia y ciudadanía
- Apreciación y expresión artísticas
- Cuidado del medio ambiente
- Habilidades digitales

Desafortunadamente, en el ámbito de Exploración y comprensión del mundo natural y social que es el que abarca a la Ciencia del enfoque STEM, al término de la secundaria, que es cuando los alumnos en promedio tienen los 15 años de edad y que son los que participan en las pruebas PISA, el perfil de egreso señala que el alumno deberá ser capaz de

(...) identificar una variedad de fenómenos naturales y sociales, leer acerca de ellos, informarse en distintas fuentes, investigar a partir de métodos científicos, formular preguntas de complejidad creciente, realizar análisis y experimentos, sistematizar sus hallazgos, responder a sus preguntas y emplear modelos para representar los fenómenos y comprender la relevancia de las ciencias naturales y sociales (Secretaría de Educación Pública, 2017, p. 11)

pero pocos docentes tienen la formación y experiencia adecuados para lograr dichos saberes y habilidades en los alumnos. Es aquí donde la buena actitud e interés mostrados por los alumnos en las pruebas PISA (como lo vimos en la tabla 2) se vuelve muy relevante, ya que si

logramos que converjan la profesionalización docente en proyectos STEM con el interés de los alumnos en la ciencia, se podrá lograr el perfil de egreso que pretende la SEP, lo que podrá contribuir significativamente a que los alumnos desarrollen el espíritu científico, a través de la experimentación, de manera colaborativa, que los lleve a la fascinación por entender los fenómenos, resolver problemas y desarrollar tecnología, para que sientan la inquietud de estudiar carreras con enfoque STEM como Biotecnología, Robótica, Mecatrónica, Bioquímica, por mencionar algunas, en las que continúen desarrollando sus conocimientos y habilidades y las puedan poner al servicio de la sociedad, para mejorarla, al resolver problemas de la vida cotidiana en temas importantes como salud, calidad de vida, medio ambiente, producción de alimentos, contaminación, generación de energías limpias, etc.

¿Cómo se puede lograr esto? Capacitando a los docentes para que, en el ámbito de la Exploración y comprensión del mundo natural y social, implementen talleres de tecnología tal y como propone el Modelo Educativo, que si bien no los define ni describe, los plantea como un recurso que los docentes podrían utilizar aprovechando el séptimo de los catorce principios pedagógicos de la labor docente que consiste en que éstos diseñen situaciones didácticas que propicien el aprendizaje situado, que incluye que el profesor cree circunstancias que aproximen al estudiante a la realidad, simulando situaciones que faciliten el aprendizaje y den cabida a la diversidad de conocimientos, intereses y habilidades, buscando que la escuela se convierta en un lugar social de generación y apropiación de conocimiento, donde los alumnos se enfrenten a circunstancias auténticas.

Y el aprendizaje STEM es justamente lo que el séptimo principio busca, como comentan Sánchez y otros autores,

(...) una experiencia STEM brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar las competencias y los conocimientos aprendidos en las diversas disciplinas de una manera auténtica, relevante, interdisciplinaria y colaborativa, permitiendo el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad para la resolución de problemas reales" (Sánchez, Barros, Peschiera, Mineo, & Meier, Nuestros paisajes educativos están cambiando: la enseñanza y aprendizaje STEM, 2015).

La educación STEM remueve las barreras tradicionales que separan a las diversas disciplinas y las integra por medio del desarrollo de experiencias de aprendizaje reales, rigurosas y relevantes (Vázquez, 2015).



Algunas escuelas secundarias privadas ya han incorporado diversas actividades curriculares y extracurriculares que fomentan la ciencia y la tecnología; y han elaborado convenios con empresas como LEGO por mencionar alguna, que cuenta con programas como LEGO Education Robotix para facilitar a los docentes el uso de la robótica como recurso didáctico integrado en el currículo de diferentes materias; para ello, la escuela se inscribe en el programa, compra kits con los componentes y las instrucciones necesarias para armar robots, incluso, pueden tomar cursos a distancia donde los maestros pueden certificarse en la Metodología LEGO® Education y los alumnos aprenden a través de la experimentación construyendo y programando robots para hacer determinadas tareas y, luego, los ponen a competir en concursos u olimpiadas ya sea dentro del mismo centro educativo o en competencias nacionales e internacionales.

Pero la realidad de las escuelas secundarias públicas es muy diferente, ya que la mayoría no cuenta con los recursos necesarios para acceder a este tipo de soluciones, por lo que es necesario que los docentes sean más creativos y capaces de diseñar situaciones de aprendizaje, como experimentos científicos por mencionar alguna, que requieran materiales muy económicos, para crear recursos pedagógicos que sirvan como hilo conductor transversal, para que los jóvenes entiendan los conceptos, apliquen teorías, experimenten en primera persona y logren un aprendizaje significativo basado en problemas y proyectos sencillos y divertidos dentro de sus aulas. Con esto se pretende despertar el interés de los púberes para que pierdan el miedo a las carreras “duras” y vean el potencial que éstas tienen, ya que, según algunas proyecciones, varias de las carreras y oficios convencionales podrían desaparecer al ser reemplazados por avances científicos y tecnológicos, mientras que las carreras STEM serán las más demandadas y mejor remuneradas en los próximos años.

En Estados Unidos, se prevé que la demanda de profesiones derivadas de estos campos de estudio crecerá un 17% en los próximos diez años, por lo que el gobierno ha comenzado a impulsar la llamada educación STEM en todos los niveles educativos, previendo que el déficit de profesionales en estas disciplinas tendría efectos negativos en su economía a largo plazo. Además, las profesiones STEM suelen tener salarios más altos, hasta 26% por encima de las convencionales, y ocho de las diez carreras mejor pagadas pertenecen a disciplinas STEM. Estas tendencias se repiten en el resto de los países por lo que es fundamental resolver cómo aumentar el número de egresados en estas carreras, con énfasis en la participación de jóvenes provenientes de minorías y mujeres para disminuir la brecha económica y de género (Hernández, 2015).

Continuando con esta tendencia, las carreras STEM serán las que reciban los mayores apoyos y becas de diferentes organismos como por ejemplo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), lo que se traducirá en que cada año exista una mayor cantidad de STEMpreneurs (término acuñado para los *entrepreneurs* en temas STEM) que serán los más apoyados por los fondos de inversión públicos y privados.

## **Conclusiones**

Dada la tendencia mundial de preparar a los jóvenes en el enfoque STEM para despertar su interés en la generación de conocimientos interdisciplinarios, para formar profesionistas que dejen de ser consumidores de tecnologías para convertirlos en generadores de tecnologías disruptivas que mejoren no solo su sociedad sino el mundo en que vivimos, es urgente para México aprovechar el interés actual de la juventud por la ciencia y profesionalizar a los docentes, para que los maestros en el aula sean capaces de construir interacciones educativas significativas, con creatividad e innovación, y logren estimular a los estudiantes para que elijan carreras STEM en condiciones de equidad y, de esa manera, tanto las muchachas como los muchachos que terminan la secundaria pública o privada tengan la oportunidad de prepararse académicamente para ser los innovadores científicos, tecnológicos y sociales que convertirán a nuestra gran nación, en un país próspero y moderno, inclusivo y equitativo donde el analfabetismo científico y tecnológico sean solo un recuerdo del pasado.

## **Referencias bibliográficas**

Hernández, D. C. (2015). El papel de los estudios STEM en el avance económico y social. *Entorno Universitario*, 10-12.

INEE. (2016). *México en PISA 2015*. Ciudad de México: INEE.

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Rita Sánchez, L. B. (2015). Nuestros paisajes educativos están cambiando: la enseñanza y aprendizaje STEM. *Entorno Univeritario*, 2-6.

Sánchez, R., Barros, L., Peschiera, R., Mineo, C., & Meier, E. (2015). Nuestros paisajes educativos están cambiando la enseñanza y aprendizaje STEM. *Entorno Universitario*, 2-6.

Secretaría de Educación Pública. (2016). *Nuevo Modelo Educativo. Antecedentes.*. Obtenido de <https://docs.google.com/gview?url=http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207247/ANTECEDENTES.pdf>

Secretaría de Educación Pública. (2017). *Modelo Educativo para la educación obligatoria*. Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Pennsylvania: Carnegie Mellon University.

Vázquez, J. A. (Enero de 2015). *STEM Beyond the Acronym*. Obtenido de EDUCATIONAL LEADERSHIP: <http://www.educationalleadership-digital.com/educationalleadership/20151201?pg=14#pg14>