

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Formación docente en el área de ciencias: la experiencia de los Estados Unidos

DZIB GOODIN, A.

Formación docente en el área de ciencias: la experiencia de los Estados Unidos

Alma Dzib Goodin

Learning & Neurodevelopment Research Center

alma@almadzib.com

Formación docente en el área de ciencias: la experiencia de los Estados Unidos

ALMA DZIB GOODIN

A nivel mundial se afirma que la ciencia y la tecnología es el camino hacia el progreso de los países y el cambio que a nivel social se requiere para un progreso sostenido en todos los sentidos, sin embargo, existen diversas razones por las cuales la ciencia no es la meta académica de los estudiantes, aún en países desarrollados, pues es vista como un conjunto de conocimientos sin sentido, difíciles de adquirir y propiedad de unas cuantas mentes privilegiadas. Esto es impulsado por la idea social de que los maestros no tienen una formación adecuada en esta materia, sin embargo, existen muchas otras razones, la principal, es que no hay una conciencia científica fomentada y desarrollada por los propios científicos y por ende, la sociedad no reconoce sus esfuerzos como algo que le beneficie directamente al presente y futuro de los países (Dzib Goodin, 2012a).

El presente trabajo hace un análisis del estado de la enseñanza de la ciencia en los Estados Unidos, reconociendo las principales problemáticas que se han encontrado en el ejercicio y formación docente, para poder comprender los intentos realizados para mejorar la percepción de los estudiantes hacia las carreras científicas. El análisis consta de tres partes: a) Revisión del lugar de los Estados Unidos en las evaluaciones de PISA en ciencia y matemáticas; b) análisis de dónde vienen y a dónde van los laureados con el Premio Nobel en las áreas de física, química y medicina y, c) reconocer el papel de la sociedad en la formación en ciencia, para finalmente, hacer una propuesta de formación docente para los países Latinoamericanos.

La ciencia de clase mundial

No puedo mentir. Cuando llegué a los Estados Unidos supuse que la ciencia estaba en todos partes, que la televisión estaba plagada de documentales ya que la educación en ciencia es uno de los temas que más sensibles en los currículos a nivel mundial, por lo que fue muy decepcionante observar que las necesidades de los países latinoamericanos en este rubro eran ampliamente compartidas por los Estados Unidos, aún siendo el país número uno en publicaciones científicas, con mayor cantidad de premios Nobel y oportunidades para el desarrollo científico (Scientific American Editors, 2012), es claro que no ha logrado establecer un currículo adecuado para una población que apueste por la ciencia como medio de desarrollo económico.

Si bien los Estados Unidos ha gozado de la primera posición en ciencia a nivel mundial, la gran mayoría de los científicos y técnicos que publican en las revistas de mayor prestigio, han ganado un premio Nobel, brindan clases de alto nivel o bien laboran en los laboratorios de investigación, son de importación (Crow, 2012; Stephan, 2012). La fuga de cerebros hacia este destino es tal, que su asignatura pendiente a nivel político y educativo es justamente la educación en ciencia y la agenda migratoria (Alvez & Morais, 2012; Vegar Olsen & Lie, 2011).

De ahí que se pueda hablar de una paradoja en la formación en ciencia, ya que países como China, la India y México educan científicos de clase mundial, éstos con facilidad y sin titubeo alguno encuentran empleo en los Estados Unidos, Francia, España o Suiza. La explicación se encuentra en el nivel de inversión que se hace en estos países respecto a la producción científica, tecnológica o la innovación, les

permite contar con infraestructura más allá de la universidad para dar empleo a los científicos capaces de explotar sus habilidades en una industria hambrienta de sus conocimientos, por lo que simplemente no hay un futuro para esos pocos que se inclinan por la ciencia en sus países de origen (Sexton, 2012; Crow, 2012), mientras que en los países con mayor inversión en ciencia y tecnología requieren de gente con formación especializada, y no importa de donde provengan, van a encontrar un empleo.

De ahí se puede suponer que el camino de la ciencia, no necesariamente está relacionado con currículos de primer nivel. La evidencia se encuentra justamente en los Estados Unidos, país que se ubica en el lugar 36 de las evaluaciones sobre ciencia de PISA (OECD, 2013), pero que cuenta con inversionistas que tienen una gran confianza en la ciencia básica, para la cual han desarrollado un mercado en auge seguido por países como Canadá, Brasil, Australia, China, Japón, Francia, España, Alemania y Gran Bretaña (Scientific American Editors, 2010).

En este sentido la falta de inversión permite la explotación de la innovación científica lo que hace más grande la diferencia entre la sociedad necesitada de nuevos medicamentos, avances en genómica, neuroeducación, tratamientos contra el cáncer o el SIDA y un grupo reducido de científicos, que con su lenguaje incomprensible, han creado esa brecha incapaz de crear un impacto directo en la vida social, y esto se agudiza cuando los mismos científicos compiten entre ellos por unas cuantas monedas que el gobierno otorga para su manutención (Cassadewall & Fang, 2012).

La actitud es aún peor entre el público no científico, por lo que se crea un vacío entre sus ideas y las interpretaciones que se hacen por parte del público, como ejemplo de esto Dekker, Lee, Howard-Jones & Jolles (2012) llevaron a cabo una investigación sobre los mitos que en torno a la neurociencia tienen los maestros y el resultado no es diferente a lo que es posible encontrar en otras ciencias: las personas no solamente tienen información equivocada en torno a temas científicos, además reproduce infinitamente esos mitos en los salones de clase.

¿Cuál es el problema con la formación científica?

Una primera arista se relaciona con el momento en que los alumnos se encuentran cara a cara con la ciencia (Moreno Bayardo, 2003; Dzib Goodin, 2013) y al hecho de que no es lo mismo hablar de ciencia que hacer ciencia (Archer, Dewitt, Osborne, Dillon, Willis, and Wong, 2010).

Con respecto al momento en que el alumno se encuentra con la ciencia y el cómo se le enseña, el debate que se ha desarrollado en diferentes medios académicos ha sido quién debe enseñar ciencia, si los maestros con sus conocimientos limitados respecto al que quehacer científico o los científicos, lo que se ha llamado el debate maestros vs científicos (Dzib Goodin, 2012a).

Ese tema no es nuevo y no se ha restringido sólo a las reuniones científicas. En su libro *la ciencia y sus demonios*, Carl Sagan obsequia al lector un reconocimiento de su propia formación científica, y con un poco de pesar, explica que su pasión por la ciencia llegó cuando a nivel universitario tuvo la oportunidad de conocer a quienes hacían ciencia en una servilleta de papel y no sólo hablaban de ella. Desafortunadamente, esos encuentros a veces nunca llegan en la vida de los educandos.

Este debate ha creado diversas fricciones entre los educadores, pero ha sido la Royal Society de Gran Bretaña quien ha dado un paso adelante y en su reporte sobre la visión para la ciencia y las matemáticas publicado en julio de 2014, ha dejado claro que “los estudiantes son más capaces de aprender ciencia después de los 18 años, y que ésta debe ser enseñada por los científicos en los centros del saber” debido a que los alumnos son más capaces de comprender conceptos complejos a mayor edad, y porque los científicos son capaces de *contagiar* la pasión por el quehacer científico (The Royal Society, 2014), con el fin de cambiar la percepción del alumno ante la ciencia.

Este es un proceso necesario no sólo a nivel académico, sino social ya que la divulgación de la ciencia sigue siendo mal vista por el público, pues muchos comunicadores emplean un lenguaje complejo para la población en general y a ellos se agrega que en ocasiones, la sociedad no confía en lo que los científicos dicen como lo demuestra una encuesta a nivel internacional realizada por los editores de una reconocida revista científica (Scientific American Editors, 2010).

Sin embargo, cuando a nivel político o social se habla sobre el tema, siempre el dedo se dirige a la formación docente, bajo la idea de que son los maestros quienes deben *educar* en ciencia.

Me parece sin embargo que los profesores tienen un papel educativo y social fundamental, como lo explica Gordon (2012) su papel es “crear la acción para desarrollar habilidades a partir de un currículo para el cual la sociedad le ha conferido una participación”, pero no puede y no debe ser el experto en todo, consideremos que la ciencia es tan amplia que el lenguaje y la multiplicidad de niveles no son sencillos de comprender.

Es por eso que la formación científica no puede recaer en el profesor con una educación específica en torno a la enseñanza de temas básicos en pedagogía y al manejo de grupos. La sociedad debería crear un ambiente idóneo para que las habilidades se adquieran desde el hogar, de forma tan natural como el lenguaje, y esto solo es posible cuando los científicos puedan tener mayor relación con la sociedad a la cual sirve y los políticos comprendan mejor sus paradigmas (Kanter, Konstantopoulos, 2010; Dzib Goodin, 2012b).

La ciencia tiene un cuerpo de conocimientos tan vasto que es imposible que aún los expertos en genómica comprendan los temas clave de la física cuántica, eso los científicos lo saben (Cassadewall & Fang, 2012), pero esta incompreensión hacia la ciencia es aún más grande cuando la sociedad escucha conceptos sobre temas como oncogenes, anestesiología, neuro-modulación asistida, biodegradación ya que no alcanza a comprender el vasto nivel de ideas y preguntas que de ésta emanan.

De ahí que han surgido propuestas como Google Science Fair o bien 1000 científicos en 1000 días que auspicia la revista Scientific American, con el fin de acercar la ciencia a las escuelas, y que los niños la vean como una herramienta divertida y a su alcance y no como una materia más con tareas complejas.

Sin embargo, en los salones de clase los esfuerzos se centran en otras estrategias, algunas de ellas desarrolladas en torno en los profesores y otras en las formas de abordar los temas científicos con la meta clara de impulsar a los alumnos a que tomen el camino más largo y costoso a nivel universitario.

Una de las líneas de trabajo es analizar el paradigma con el cual el maestro aborda la ciencia, pues la percepción de los estudiantes es diferente si el profesor comprende la ciencia de manera literal, si su postura epistemológica es científica o más aún, si es un científico quien enseña (Friedrichsen, Van Drief & Abell, 2011).

¿Es posible la formación docente en el área de ciencia?

Esta pregunta toca a nivel mundial a los diseñadores curriculares y por supuesto es parte de la agenda educativa desde una perspectiva política. En el caso de Inglaterra, país con una amplia tradición científica, el tema busca múltiples ayudas, desde sociales, empresariales y académicas para el desarrollo de un currículo en ciencia centrado en tres aspectos: La competencia internacional que viene de los inmigrantes, quienes ocupan puestos en los centros científicos; la necesidad de un comienzo tardío a nivel educativo y finalmente, la necesidad de inversión en temas clave como la salud y la ecología que fundamentados en el futuro económico (Ryder & Banner, 2011).

En este sentido, la ciencia se nutre de la innovación y la tecnología, los tres aspectos han de estar juntos para crear mecanismos económicos idóneos para cada país y que valga la pena una inversión, pues la ciencia básica rinde frutos económicos a muy largo plazo (Castelvecchi, 2012). Sin embargo, las estructuras de evaluación tan inflexibles que marca la educación, no permiten que los alumnos sean creativos o innovadores. Si algo no puede ser representado en A, B o C, no es posible de ser creado.

En diversos artículos, los esfuerzos por comprender las necesidades de los profesores en el área de ciencia, se centran en las creencias de los maestros de educación elemental en torno a la ciencia.

Por ejemplo, en estudios independientes Lumpe, Czerniak, Haney & Beltyukova, (2012) y Milner, Sondergeld, Demir, Johnson, Czerniak, (2012) analizan las creencias de los maestros de educación básica respecto al tema de ciencia como concepto general. En ambos estudios se encuentran que existen diversos mitos, el más notorio es que se ve a la ciencia como una producción de mentes privilegiadas que son difíciles de comprender.

A ello se agrega los conceptos interpretados erróneamente y al igual que en el estudio de Dekker, Lee, Howard-Jones, & Jolles, (2012) estos conceptos pueden convertirse en mitos que son tomados como ciertos por parte de los docentes. Las fuentes más usuales que toman como referencia son la televisión, los espacios noticiosos, notas de prensa o notas en internet, los cuales fueron los medios de transmisión que las poblaciones estudiadas usaron para crear una cultura científica, que por supuesto se reproduce en los salones de clase.

Sin embargo, no puede decirse que los medios de comunicación son culpables de crear los mitos y reproducciones pues en un estudio realizado a nivel internacional, se encuentra que la televisión puede usarse como medio educativo si se aplica de manera correcta en las aulas de clase, y revertir el efecto equivocado que se puede tener sobre diversos conceptos (Dzib Goodin, 2011).

Cabe resaltar que esto sólo es posible si los docente que hacen diseño curricular cuentan con competencias o bien experiencia en alguno de los niveles de la ciencia pues es necesario que sean capaces de reconocer las necesidades de los educandos resaltando conceptos clave o bien haciendo sugerencias de actividades relevantes para el desarrollo de habilidades, aunque esto es más notorio en el desarrollo

curricular entre bachillerato y nivel superior (De Putter, Taconis, Jochems & Van Driel, 2012).

La ciencia en acción

Cuando se hacen estudios bajo el tema de cómo se apprehenden los conceptos científicos en los salones de clase a nivel básico, las respuestas apuntan más a la creatividad que a respuestas curriculares, ya que se encuentra que las investigaciones centradas en la enseñanza de la ciencia apuntalan tres aspectos fundamentales:

- 1) El diseño de experimentos o estrategias basadas en las necesidades de los planes y programas, haciendo intervenciones educativas o bien diseñando proyectos específicos.

Tal es el caso de quienes se manifiestan por el desarrollo de proyectos científicos que permitan una comprensión centrada en objetivos y necesidades de los alumnos, a partir de aprendizajes previos y andamiaje como la propuesta de Kanter, (2010), quien parte de los temas propuestos a nivel curricular en los últimos niveles de enseñanza básica para apoyar a los profesores a hacer diseños viables y analizables en las aulas.

Por su parte Tillema (2012) propone que el profesor debe comprender sus propios dilemas hacia la enseñanza de la ciencia para el análisis de su propia enseñanza, partiendo de la metacognición, que además abre la puerta a la búsqueda de estrategias y herramientas de aprendizaje más atractivas para los estudiantes bajo la pregunta de ¿cómo aprendería YO de manera más efectiva este contenido?.

- 2) La comprensión del pensamiento infantil versus la complejidad científica que permita al estudiante comprender los conceptos a partir de sus propias estrategias metacognitivas.

Ejemplo de ello es el estudio realizado por Kuhn, (2010) quien analiza el impacto del uso de argumentos para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, basado en principios de argumentación que van de lo básico a lo complejo, permitiendo a los alumnos construir un conjunto de conceptos que se entrelazan para dar coherencia a la nueva información.

Otro ejemplo es el uso de la fotografía como herramienta en la enseñanza de ciencia, partiendo de la idea de que el sistema visual es el que más recursos ocupa a nivel cerebral, las propuestas se centran en el uso de fotografías científicas como medios de enseñanza y no como meros elementos dentro del contexto educativo (Palakovich Carr, 2012; Hadzigeorgiou, Fokialis & Kabouropoulou, 2012;).

Otra propuesta se fundamenta en las intervenciones educativas para analizar el pensamiento científico de los niños, sin embargo, estas opciones tienen efectividad focalizada y dependen de que un investigador en epistemología científica las lleve a cabo, como es el caso de la propuesta de Klahr, Zimmerman, and Jirout, (2011), pero valdría la pena enseñar a los profesores a llevar a cabo este tipo de procedimiento como parte de las clases regulares.

- 3) Análisis de las competencias, características y relación con la ciencia por parte de los estudiantes.

Este tema abarca diferentes puntos, por ejemplo la inducción por parte de las escuelas hacia las carreras científicas es fundamental para el éxito de los estudiantes, ya que es bien sabido los errores en la elección de carrera o la desilusión por parte de los alumnos producida por algunos currículos científicos. En este sentido Bianchi, & Brenner, (2010) no solo investigan la importancia de una inducción adecuada sino proponen un sistema hacia la equidad, en donde todos los alumnos sean animados a disfrutar la ciencia, sin hacer caso a los estereotipos sociales que son parte de los mitos a los que la población se enfrenta. Por ejemplo: “solo los varones son exitosos en las áreas de ingeniería”, “la enfermería es para las mujeres” o “los afroamericanos y latinos no triunfan en el ámbito científico”.

¿Cuál es el impacto de estas ideas? al analizar el impacto del interés en las áreas científicas Bucchen, Gürber, & Brühwiler (2012) encuentran que existen más mitos que realidades en la elección de vocacional de los estudiantes. Desafortunadamente esos mitos están fuertemente arraigados y tal vez sólo el tiempo y una sociedad científicamente informada hagan la diferencia, especialmente en la minorías étnicas y entre la población femenina.

Uno de los puntos bajo el nivel de competencias que se desarrolla a nivel internacional es el análisis de los intereses por la ciencia por parte de los jóvenes, sobre todo aquellos que están a punto de elegir una carrera universitaria. En una investigación publicada por Krapp & Prenzel, (2011) se encuentra que los mitos sociales son tan arraigados que existe una gran confusión de los quehaceres científicos, por ejemplo, hay carreras populares como la medicina o la psicología y otras totalmente desconocidas como la entomología o la biogeografía; por lo que el abismo conceptual incluye las necesidades de formación y los niveles de competencia de cada profesional, siendo más conocidos los saberes a nivel de ciencia aplicada y menos reconocida la ciencia básica.

En este sentido, la mayor preocupación son las herramientas que toda ciencia emplea como son la tecnología, los lenguajes de programación, o las matemáticas. Aunque pueden tomarse como cuerpos específicos de conocimiento, se encuentra que son materia pendiente por parte de los maestros, con lo cual crea lagunas difíciles de solventar por parte de los alumnos (LeBeu, Harvell, Monson, Dupuis, Medhanie, & Post, 2012)

Por supuesto no puede dejarse de lado un análisis de los materiales que emplean los currículos (Lynch, Pyke, Hansen Grafton, 2012) que encuentran dos problemas fundamentales: demasiada información descontextualizada, sin actualización y errores conceptuales, que vuelven apremiante una revisión que tenga como meta un cambio en las aulas, comenzando con la idea de que la ciencia es un cuerpo de conocimientos acabado e inmutable.

Ante esto, nuestro Centro de investigación realizó un análisis de los factores que debes ser considerados a nivel curricular para el diseño de propuestas académicas efectivas, con el fin de fomentar la elección de las carreras científicas por parte de los estudiantes formados completamente en los Estados Unidos y con ello, evitar la importación de cerebros, que crea vacíos sociales en los países que los importan y aquellos que los importan.

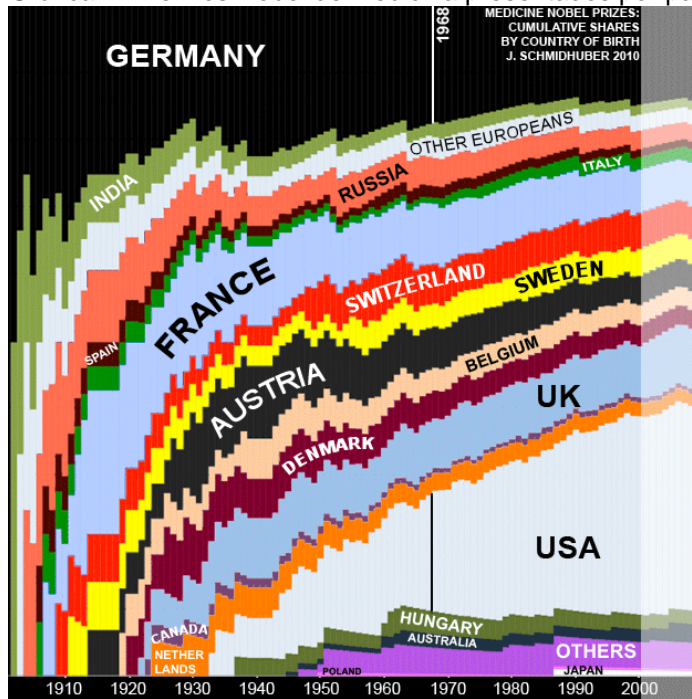
Para ello las variables planteadas son de tres tipos: ambientales, económicas y curriculares:

Variables ambientales

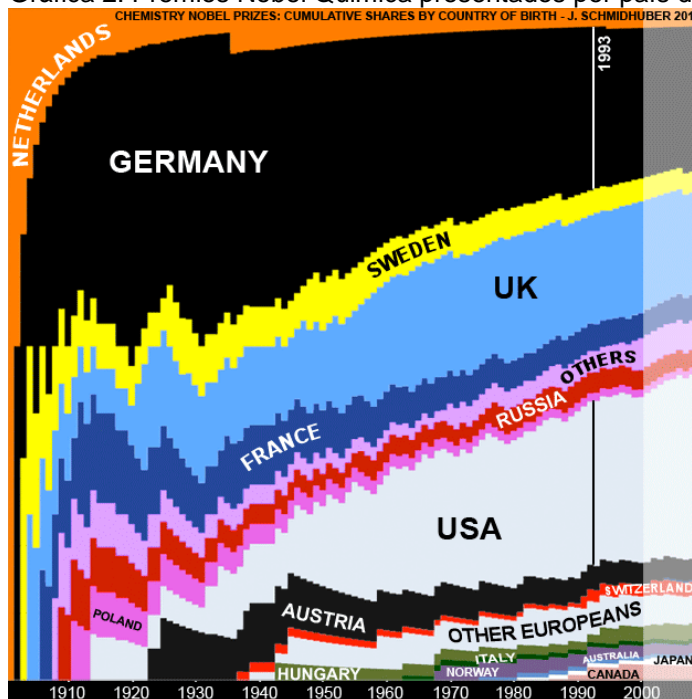
¿De dónde vienen y adonde van los científicos?

Cuando se analizaron las biografías que se encuentran en el sitio oficial de los laureados con los premios Nobel (http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/) encontramos que existen países que han visto nacer a mayor número de premios Nobel como muestran las siguientes gráficas divididas por categoría:

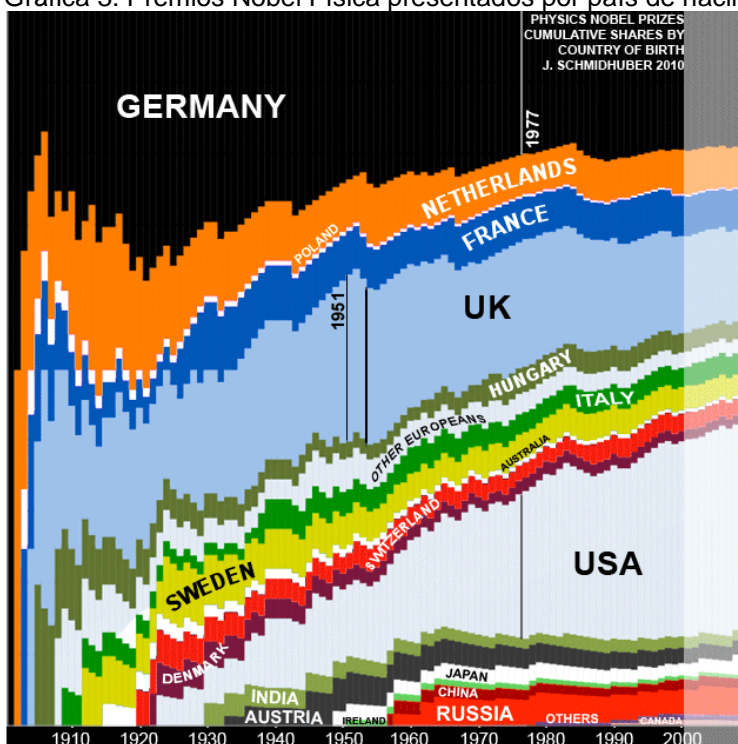
Gráfica 1. Premios Nobel de Medicina presentados por país de nacimiento



Gráfica 2: Premios Nobel Química presentados por país de nacimiento



Gráfica 3: Premios Nobel Física presentados por país de nacimiento



Las gráficas 1, 2, y 3 muestran que existen 2 grandes países productores de Premios Nobel que son USA y Alemania, agregándose el Reino Unido en la áreas de física y química, no así en Medicina, pues Francia ocupa en ese rubro un lugar privilegiado. Una de variables ambientales consideradas en este sentido fue el clima ¿pueden ser los países con largos y brutales inviernos más proclives a mantener la atención sobre los libros y observación profunda sobre el entorno?

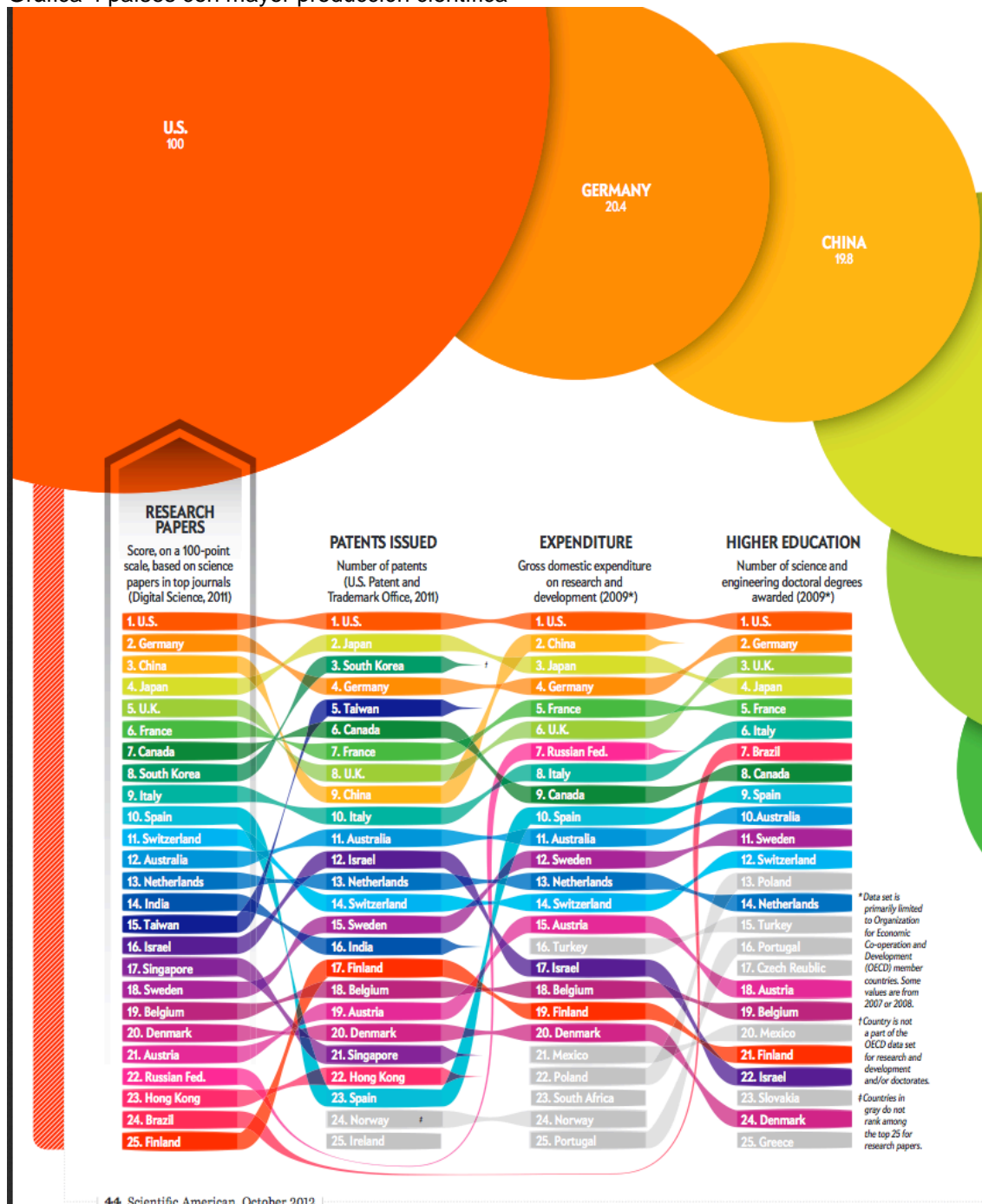
Aunque esta propuesta sigue en análisis, cuando se compara el número de premios Nobel ganados per capita en cada país, la teoría no puede ser sostenida del todo. A ello se agrega que en el caso de los análisis hechos por PISA en años recientes, sólo Alemania se encuentra por arriba de la media en matemáticas y ciencia. El Reino Unido se encuentra arriba de la media en ciencia y ligeramente por debajo en matemáticas. Francia se ubica por debajo de la media en ciencia y ligeramente arriba en matemáticas, mientras que los Estados Unidos se ubican por debajo de la media en ambos rubros. Aunque cabe señalar que los participantes en estas pruebas son adolescentes y no científicos que tienen una pasión consolidada. En este sentido cabe mencionar que el promedio de edad para ganar un premio Nobel es de 59 años de edad y sólo Sir William Lawrence Bragg obtuvo el Premio Nobel de Física a los 25 años de edad en 1915.

Lo cual indica que la edad es un factor determinante para la inclinación por el trabajo disciplinado en la ciencia, idea que apoya el reporte de The Royal Society (2014) en el que se revisa la edad adecuada para la realización de procedimientos abstractos complejos y concluye que estos no pueden desarrollarse antes de los 17 años.

A ellos se agregan factores económicos, por lo que cuando se comparan los premios obtenidos por lugar de nacimiento y nacionalidad al momento de ganar el premio, los factores se inclinan hacia los Estados Unidos, Reino Unido, Francia, España y Suiza que se correlaciona con los países que invierten en ciencia, tecnología, publican

números artículos, cuentan con espacios específicos para la investigación básica y aplicada y cuyas sociedades creen en la ciencia como medio de mejora de la calidad de vida de las personas cómo lo muestra la siguiente gráfica:

Gráfica 4 países con mayor producción científica



Es posible observar que la Educación Superior, la publicación de artículos y el gasto dedicado a la investigación y la innovación no pueden salir de manos del gobierno, sino de la iniciativa privada. Es por ello que es de vital importancia que la sociedad entera mire hacia los horizontes científicos, pues es la sociedad quien mantiene y es la receptora de la investigación y adelantos que de ella emanan.

Propuestas

No hay duda que la ciencia sufre una crisis de identidad a nivel social y que no es ninguna novedad. Esto es aún más evidente en países como los Latinoamericanos donde los nichos del saber científicos se encuentran en las Universidades, a las cuales solo el 19% de la población promedio a nivel mundial tiene acceso y sólo un 4.3% obtiene un título universitario (Altabach, Reiberg & Rumbley, 2009) a lo que se agrega que únicamente un 1% se dedica a la ciencia básica.

En el caso del costo de la educación superior en los Estados Unidos, cabe mencionar que segrega aún más a la población que no tiene recursos. Si bien se tiene acceso con becas, las pocas que existen se destinan a personas con altas capacidades. Lo que marca una gran diferencia con los países en vías de desarrollo. En los Estados Unidos el talento es apreciado y protegido, sin importar su origen y es ahí donde los extranjeros tienen mejores oportunidades. En parte porque la educación inicial en los Estados Unidos sigue siendo deficiente.

De ahí que se vuelva importante crear puentes entre la sociedad y la comunidad científica con propuestas como la del investigador francés Bruno Latour (Richard y Barder, 2010) bajo la idea de una enseñanza de la ciencia en acción, que permita una re-presentación social de la ciencia, que permita terminar con los mitos creados socialmente de que sólo los blancos o las personas con altas capacidades tienen acceso al conocimiento científico. Esta propuesta implica que sean los científicos quienes participen en los salones de clase compartiendo su pasión con los alumnos y los maestros, NO en lugar de los maestros, sino de la mano éstos.

Bajo esta idea surgen iniciativas como Google Fair o 1000 científicos, 1000 horas que busca reunir a científicos y maestros bajo un entorno de aprendizaje.

La propuesta no es descabellada si se mira la investigación en el área de neuroeducación, que apunta a la motivación como uno de los recursos cerebrales para aprender. Es por eso que cuando existe la pasión por un tema se es capaz de contagiar esa motivación. Esa es la apuesta de Pugh, Linnenbrink-García, Koskey, Stewart & Manzey, (2010) quienes hacen un análisis del nivel de compromiso hacia la enseñanza de ciencia y encuentran una diferencia entre grupos atendidos por un maestro motivado versus desmotivado hacia la ciencia.

Además se evitaría caer en la idea tan arraigada a nivel social de que la ciencia *siempre* tiene la razón, este mito ha dañado tanto a la educación científica. Además de evitar nutrir la idea de que la ciencia es solo para mentes privilegiadas que nunca se equivocan, es por ello que actualmente se desarrolla un cuerpo de conocimiento basado en el error, como fuente de conocimiento (Tan & Wong 2012), ya que como se sabe en ciencia a veces hacen falta 3000 esfuerzos antes de darse cuenta que se está en el camino correcto, más no es lo correcto.

Bajo esta idea es que la Royal Society (2014) hace exactamente la misma propuesta al ministerio de Educación de Reino Unido bajo dos directrices principales: 1) Que la capacidad de comprensión del pensamiento abstracto no es posible antes del desarrollo casi completo de la corteza frontal y prefrontal, que permite la capacidad de toma de decisiones y procesos imaginativos, y 2) Que los científicos aportan mayores elementos a la comprensión de las necesidades de la ciencia como seguimiento de metas, presupuestos y fines prácticos específicos, más allá de escritos que nadie lee.

Sin embargo el maestro no se hace a un lado, el maestro seguirá siendo el protagonista de la enseñanza, pero aprenderá de temas que no tiene porque dominar. De esta idea se desprende por ejemplo la propuesta de Nilson & Loughran, (2012) la cual pone sobre la mesa el que los científicos sean un asesores profesionales a nivel conceptual, pero que el maestro se quien enseñe cómo aprender esos conceptos, área en la que los científicos no tienen experiencia.

En este sentido la formación del maestro en ciencia debe estar basada las habilidades científicas que no pueden ser enseñadas a edades maduras, como son la curiosidad, la inclinación al cambio y la innovación, la creatividad y como lo muestra el informe de la Royal Society (2014) aceptar el acompañamiento de los científicos que son los verdaderos expertos en campos específicos. Con ello, es necesario evitar el mito del coocimiento en “ciencia” como si esto fuera un cuerpo único de conocimientos o un concepto definido. La población requiere de saber que ciencia es un cuerpo inmenso de conocimiento, cuyas áreas no siempre comparten información, por lo cual, un físico matemático no necesariamente debe saber de exploración geográfica, del mismo modo que un neurocientífico no puede entender muchas veces de mecánica cuántica.

¿Podemos enseñar ciencia?

¿Podemos enseñar a alguien a ser un científico? y de ser así, ¿qué cualidades debe tener?.

Es cierto que la edad es un factor determinante, no podemos enseñar los temas más novedosos, pues la ciencia avanza a pasos agigantados. Es imposible mantenerse a la vanguardia de un tópico es particular, por lo que se propone enseñar habilidades generales (Dzib Goodin, 2012b) que permitan adaptarse a los cambios requeridos en campos específicos. No se puede forzar a los jóvenes a aprender, pero si se les puede invitar a encontrar su pasión, de ahí la importancia de los concursos de ciencia.

Me parece que no es la pregunta apropiada para algunos países Iberoamericanos, si se mira a Brasil, España o México con su producción científica y en la generación de recursos humanos. En este caso la respuesta es sencilla. Crear en los países donde no cuentan con una gran tradición científica, un alto nivel técnico y conceptual en las área de ciencia, con apoyo quizá de los países a la vanguardia. Sin embargo, no olvidar el problema de fondo: que estos recursos humanos no se quedan en su país de formación, se marchan a buscar otras fronteras.

Es entonces que parecería que países como México, España o Brasil no tienen problemas en este sentido, pero los tiene, pues sufre de una dependencia científica y tecnológica del extranjero. Con lo cual es claro que la educación por si misma no puede hacer demasiado sino es capaz de involucrar a la sociedad. Una sociedad que crea en la ciencia como respuesta al rezago económico y como una oportunidad para minimizar al máximo el rezago social. Una ciencia capaz de brindar esperanza en los temas claves como salud, economía, educación y sobre todo, lograr inversionistas.

La Inversión en ciencia no es algo que ocurra a menos que se crea que la transacción que vale la pena, por lo que no es suficiente la formación de recursos humanos, éstos han de encontrar un espacio de desarrollo en el propio país, con condiciones suficientes, pero no pueden seguir resguardados por las Universidades,

los científicos deben tener otras metas. El Estado y las pocas Universidades Privadas que existen no pueden seguir dando un par de monedas para la cantidad de recursos humanos que son capaces de ofrecer a la sociedad, pero de nada vale el esfuerzo y después de años de formación no encuentran empleo, haciendo más grande la brecha de la pobreza y la desigualdad.

De ahí que las Instituciones de Educación Superior, deben pensar en ofrecer a los egresados, el desarrollo de habilidades generales con miras a distintas opciones laborales, que además eliminen la necesidad de centralización geográfica que se observa en las habilidades específicas como las que se requieren en las Universidades (Dzib Goodin, 2012b).

Los científicos deben buscar un papel más protagonista a nivel social, romper el mito de que son mentes privilegiadas ayudaría mucho a los niños y los maestros a tener un acercamiento. La ciencia no puede estar contenida en paredes a las que no se tiene acceso, pueden desarrollarse programas de televisión y radio donde los científicos compartan una clase una vez al mes e involucren a los niños y maestros en la observación de fenómenos, búsqueda de preguntas, propuestas innovadoras, el mejor ejemplo es el Reino Unido, que no sólo tiene una presencia en la Televisión, sino en los lugares públicos más inesperados como los bares y parques.

Con ello, es necesario evitar el mito del coocimiento en “ciencia” como si esto fuera un cuerpo único de conocimientos o un concepto definido. La población requiere de saber que ciencia es un cuerpo inmenso de conocimiento, cuyas áreas no siempre comparten información, por lo cual, un físico matemático no necesariamente debe saber de exploración geográfica, del mismo modo que un neurocientífico no puede entender muchas veces de mecánica cuántica.

Los medios de comunicación pueden ser enlaces perfectos para que la ciencia llegue de manera más directa a los miembros de una sociedad que paga un impuesto por el beneficio fantasmal de una educación e innovación tecnológica que jamás podrán aprovechar. Cuando van al médico éste no les explica sus padecimientos o bien, oculta información, con lo cual abre la puerta a la búsqueda de opciones como la automedicación, la medicina alternativa y en el peor de los casos a la charlatanería.

Sin embargo, para que eso ocurra, habrá que hacer un acuerdo que desarrolle una nueva generación de divulgadores científicos, que estén en contacto directo con las fuentes de investigación.

Finalmente, han de revisarse los libros de texto que los planes y programas de Educación que en Latino-América se trabajan. Es por ello que creo que la formación docente no debe estar dirigida a los maestros frente a grupo, sino a los diseñadores curriculares, que presentan textos plagados de errores conceptuales en todos los niveles, cargados de contenidos inútiles y poco profundos, muchas veces corta y pega de textos no científicos. Con una visión profundamente pobre del quehacer científico. Ni aún el mal encaminado modelo de competencias ha logrado hacer entender a los diseñadores curriculares que las competencias deben centrarse en los alumnos y no en los contenidos.

De ahí que esta propuesta sea multidimensional. No basta con apuntar los dedos hacia los maestros, insisto en que ellos tienen un trabajo específico y sin duda lo hacen de la mejor manera a partir del sueldo que se les paga y con la carga a cuestas de la mala fama que les han creado los medios de comunicación.

En un primer nivel debe estar el Estado en la búsqueda de inversionistas que permitan dar trabajo a los científicos, permitiendo que éstos se queden en sus propios países.

Para que los inversionistas acepten poner los recursos que eso implica, la sociedad deberá reconocer en la ciencia, la tecnología y la innovación una fuente de ganancia social, esto regresa a la formación docente.

El papel de los científicos será crear un puente claro, continuo y efectivo entre la sociedad que les permita tener un lugar en sus vidas.

Los Ministerios de Educación deber permitir que los científicos sean parte del diseño de programas y materiales para la enseñanza de ciencia y con ello evitar sesgos que crean más mitos que realidades.

Aceptar programas en que los científicos brinden conferencias a los niños al menos una vez al mes. El esfuerzo en los Estados Unidos se llama 1000 científicos, 1000 días, propuesta que sin embargo no ha tenido el éxito esperado.

Canales en las redes sociales donde los científicos y los maestros estén comunicados a un mismo nivel. El éxito es grande al usar twitter para relacionar personas y dar respuesta a preguntas.

TED Talking ha sido profundamente exitoso, y no se puede minimizar su efecto, aunque hay que saber distinguir entre la ciencia y la pseudo-ciencia.

Finalmente, los niños. Una vez leí que no se puede pedir a la educación cambie lo que la sociedad le da. Los niños pueden y deben disfrutar la ciencia. Herramientas y programas hay muchos, de ahí el éxito de los juegos como medio pedagógico. Ellos son el futuro de un país que merece mucho más que discursos. Merece acciones dirigidas a cuidar lo máspreciado: la juventud.

Bibliografía:

- ALVEZ, V., & MORAIS, AM. (2012) "A sociological analysis of science curriculum and pedagogic practices". *Pedagogies: An international Journal*. Vol. 7, núm. 1, pág. 52-71.
- ALTABACH, P., REIBERG, L., & RUMBLEY, LE. (2009) *Trends in global Higher Education: Tracking an academic revolution. Report prepared for the UNESCO 2009 World Conference on Higher Education*. UNESCO. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001831/183168e.pdf> fecha de revisión. Julio 23, 2014
- ARCHER, L., DEWITT, J., OSBORNE, J., DILLON, J., WILLIS, B., and WONG, B. (2010) ""Doing" science versus "Being" a scientist: examining 10/11 years-old schoolchildren's construction of science through the lens of identity". *Science Education*. Vol. 94, núm. 4, pág, 617-639.
- BIANCHI, JA., & BRENNER, ME. (2010) "The role of induction in learning to teach toward equity: A study of beginning science and mathematics teachers". *Science Education*. Vol. 94, núm 1, pág. 154-195.

- BUCCHEN, G., GÜRBER, NA., & BRÜHWILER, C. (2012) "The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations". *International Journal of Science Education*. Vol. 33, núm. 1, pág. 159-178.
- CASSADEWALL, A. & Fang, FC. (2012) "Winners Takes all". *Scientific American*. Vol. 307, núm. 2, pág. 13.
- CASTELVECCHI, D. (2012) "Basic science: Questions for the next millions years". *Scientific American*. Vol. 307, núm 3, pág. 72-77.
- CROW, MM. (2012) "Citizen science U". *Scientific American*. Vol. 307, núm. 4, pág. 48-49.
- DE PUTTER, LGA. Taconis, R., Jochems, W. & Van Driel, J. (2012) "An analysis of teaching competence in science teachers involved in the design of context-based curriculum materials" *International Journal of Science Education*. Vol. 34, núm. 5, pág. 701-721.
- DEKKER, S., Lee, NC., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012) "Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers". *Frontiers in Educational Psychology*. Disponible en red: http://www.frontiersin.org/Educational_Psychology/10.3389/fpsyg.2012.00429/full Fecha de revisión: Agosto 11, 2014.
- DZIB GOODIN, A. (2011) "Cuando la ciencia sale de los centros científicos y se vuelve popular". Disponible en red: <http://neurocognicionyaprendizaje.blogspot.com/2011/08/cuando-la-ciencia-sale-de-los-centros.html> Fecha de revisión Agosto 21, 2014.
- DZIB GOODIN, A. (2012a) "Should teachers know science or neuroscience?" Disponible en red: <http://talkingaboutneurocognitionandlearning.blogspot.com/2012/07/should-teachers-know-science-or.html> Fecha de revisión Agosto 18, 2014.
- DZIB GOODIN, A (2012b) "General or specific skills: the challenge of Higher Education". *The Evollution*. Disponible en red: http://www.evollution.com/program_planning/general-or-specific-skills-the-challenge-of-higher-education/ fecha de revisión Agosto 9, 2014.
- DZIB GOODIN, A. (2013) Formación docente en el área de ciencia: un puente difícil de cruzar En: J. CARRILLO ÁLVAREZ, VC. ONTIVEROS HERNÁNDEZ, PE. CECEÑAS TORRERO. (2013) Formación docente: un análisis desde la práctica. Pág.249-271. México. Red Durango de Investigadores Educativos. Disponible en red: <http://redie.mx/librosyrevistas/libros/formaciondocente.pdf> Fecha de revisión: Agosto 11, 2014.
- FRIEDRICHSEN, P., VAN DRIEF JH., & ABELL, SK. (2011) "Taking closer look at science teaching orientations". *Science Education*. Vol. 95, núm. 2, pág. 358-376.
- GORDON, P. (2012) "Role of the teacher". En D. LAWTON, P., GORDON, I., MAGGIE, B., GIBBY, R. PRING, y T. MOORE (Ed) *Theory and practice of the curriculums studies*. Routledge Library USA: Editions: Education.

- HADZIGEORGIOU, Y., FOKIALIS, P., & KABOUROPOULOU, M. (2012) "Thinking about Creativity in science education". *Creative Education*. Vol. 3, núm. 5, pág. 603-611.
- KANTER, DE. (2010) "Doing the project and learning the content: designing project-based science curricula for meaningful understanding". *Science Education*. Vol. 94, núm. 3, pág. 525-551.
- KANTER, DE., KONSTANTOPOULOS, S. (2010) "The impact of a project-based science curriculum on minority students achievement, attitudes, and careers: The effect of teacher content and pedagogical content knowledge and inquiry-based practices". *Science Education*. Vol. 94, núm. 5, pág. 855-887.
- KLAHR, D., ZIMMERMAN, C., and JIROUT, J. (2011) "Educational interventions to advance children's scientific thinking". *Science*. Vol. 333, núm. 6045, pág. 971-975.
- KRAPP, A., & PRENZEL, M. (2011) "Research on interest in science: Theories, methods and findings". *International Journal of Science Education*. Vol. 33, núm. 1, pág. 27-50.
- KUHN, D. (2010) "Teaching and learning science as argument". *Science Education*. Vol. 94, núm. 5, pág. 810-824.
- LEBEU, B., HARVELL, M., MONSON, D., DUPUIS, D., MEDHANIE, A., & POST, T. (2012) "Student and high-schools characteristics related to completing a science, technology, engineering or mathematics (STEM) major in college". *Research in Science & Technological Education*. Vol. 30, núm. 1, pág. 17-28.
- LUMPE, A., CZERNIAK, C. HANEY, J. & BELTYUKOVA, S. (2012) "Beliefs about teaching science: the relationship between elementary teachers' participations in professional development and student achievement". *International Journal of Science Education*. Vol. 34, núm. 2, pág.153-166.
- LYNCH, SJ. PYKE, C., HANSEN GRAFTON, H. (2012) "A retrospective view of a study of the middle school science curriculum materials: Implementation, scale-up, and sustainability in a changing policy environment". *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 49, núm. 3, pág. 305-352.
- MILNER, AR., SONDERGELD, TA., DEMIR A., JOHNSON, AC., CSERNIAK, CM. (2012) "Elementary teachers' beliefs about teaching science and classroom practice: An examination of pre/post NCLB testing science". *Journal of Science Teacher Education*. Vol. 23, núm. 2, pág. 111-132.
- MORENO BAYARDO, MG. (2003) "Desde cuándo y desde dónde pensar la formación de la investigación". *Educación y Ciencia*. Vol. 14, núm. 28, pág. 63-81.
- NILSON, P., & LOUGHRAN, J. (2012) "Developing and assessing professional knowledge as a science teacher educator: learning about teaching from student teachers". *Self-Study of Teaching and Teacher Education Practices*. Vol. 12, pág. 121-138.
- NOBEL PRIZE ORGANIZATION (2014) "The Nobel Prize in Physics: Awarded to 196 Nobel laureates since 1901". Disponible en:

- http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/ Fecha de revisión Marzo 23, 2014.
- NOBEL PRIZE ORGANIZATION (2014) "The Nobel Prize in Chemistry: Awarded to 166 Nobel laureates since 1901". Disponible en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/ Fecha de revisión Abril 21, 2014.
- NOBEL PRIZE ORGANIZATION (2014) "The Nobel Prize in Medicine: Awarded to 204 Nobel laureates since 1901". Disponible en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/ Fecha de revisión Junio 3, 2014.
- OECD (2013) "Country Note: Programme for International Students Assessment (PISA) Results from PISA 2012. Disponible en red: <http://www.oecd.org/unitedstates/PISA-2012-results-US.pdf> Fecha de revisión: Marzo, 19, 2014.
- PALAKOVICH CARR, J. (2012) "Science photography: communicating research through photos. *Bio Science: American Institute of Biological Sciences*". Available at: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/bio.2012.62.5.5> fecha de consulta: Agosto 3, 2013.
- PUGH, KI., LINNENBRINK-GARCÍA, L., KOSKEY, KI., STEWART VC., & MANZEY, C. (2010) "Motivation, learning, and transformative experience: a study of deep engagement in science". *Science Education*. Vol. 94, núm. 1, pág. 1- 28.
- RICHARD, V., & BARDER, B. (2010) "Re-presenting the social construction of science in light of the propositions of Bruno Latour: For a renewal of the school conception of science in secondary schools". *Science Education*. Vol. 94, núm. 4, pág.743-759.
- RYDER, J. & BANNER, I. (2011) "Multiple aims in the development of a major reform of the National Curriculum for Science in England". *International Journal of Science Education*. Vol. 33, núm. 5, pág. 709-725.
- SAGAN, C. (2000) *La ciencia y sus demonios*. México: Planeta.
- SCIENTIFIC AMERICAN EDITORS (2010) "In science we trust". *Scientific American*. Vol. 303, núm. 4, pág. 56-59.
- SCIENTIFIC AMERICAN EDITORS (2012) "The world's best countries in science". *Scientific American*. Vol. 307, núm. 4, pág. 44-45.
- SEXTON, J. (2012) "A measure of the creativity of a nation is how well it works with those beyond its borders". *Scientific American*. Vol. 307, núm. 4, pág. 36-40.
- STEPHAN, P. (2012) "The other 1 percent". *Scientific American*. Vol. 307. Núm. 4 pág. 50-51.
- TAN, AL., & WONG, HM. (2012) "Didn't get expected answer, rectify it: Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities". *International Journal of Science Education*. Vol. 34, núm. 2 pág 197-222.

The Royal Society (2014) *Vision for science and mathematics education: The Royal Society Science Policy Centre Report 01/14*. London: The Royal Society. Disponible en: <https://royalsociety.org/~media/education/policy/vision/reports/vision-full-report-20140625.pdf> Fecha de revisión Julio 12, 2014.

TILLEMA, H. (2012) "Looking into mirrors: Teacher educator's dilemmas in constructing pedagogical understanding about their teaching". Pág. 40-54. In J. BROWNE, G. SCHRAW & D. BERTHELSEN (Ed) "Personal Epistemology and teacher education". USA. Routledge.

VEGAR OLSEN, R., & LIE, S. (2011) "Profiles of students' interest in science issues around the world. Analysis of data from PISA 2006". *International Journal of Science Education*. Vol. 33, núm. 1 pág. 97-120.

ZOLLO, M., WINTER, SG. (2002) "Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities". *Organization Science*. Vol. 13, núm, 3, pág. 339-351.