



VII Conferencia Internacional

sobre Enseñanza Indagatoria de la Ciencia en Educación Básica

**La Evaluación del Aprendizaje de la Ciencia:
Tendencias y Retos**

MEMORIA

14 y 15 de noviembre 2013

Centro Cultural Universitario Tlatelolco, Ciudad de México

Memoria

VII Conferencia Internacional

sobre Enseñanza Indagatoria de la Ciencia en Educación Básica

**La Evaluación del Aprendizaje de la Ciencia:
Tendencias y Retos**

Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.
INNOVEC

San Francisco 1626-205,
Colonia del Valle. C.P. 03100, México, D.F.
Hecho e impreso en México. 2014.
www.innovec.org.mx

Índice

6 INTRODUCCIÓN

8 CEREMONIA INAUGURAL

Jaime Lomelín Guillén. Presidente del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

Mario Molina. Vicepresidente del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

José Narro Robles. Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

14 CONFERENCIA MAGISTRAL DESARROLLAR UNA CULTURA DE LA EVALUACIÓN, ¿PARA QUÉ?

Sylvia Schmelkes. Presidenta de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

23 PANEL DE DISCUSIÓN I ¿CÓMO SE ESTÁ EVALUANDO EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL?

Conferencistas:

Eduardo Backhoff Escudero. Miembro de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

Shelley Peers. Directora del Programa Primary Connections. Australia.

Panelistas:

Alejandra González. Programa La Ciencia en tu Escuela de la Academia Mexicana de Ciencias. México.

Ulrika Johansson. Directora del Programa Ciencia y Tecnología para Todos (NTA) Suecia.

Louise Hayward. Universidad de Glasgow. Reino Unido.

Moderador:

Carlos Mancera. Valora Consultores, S.C. México.

Conclusiones

39 PANEL DE DISCUSIÓN II ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA, A PARTIR DE UNA ENSEÑANZA VIVENCIAL E INDAGATORIA

Conferencistas:

Wynne Harlen. Universidad de Bristol. Reino Unido.

Rosa Devés. Vicerrectora de la Universidad de Chile en Santiago. Chile.

Panelistas:

Guillermo Solano. Universidad de Colorado, Boulder. Estados Unidos.

Anne Goube. Programa La main à la Pâte, Francia.

Petra Skiebe-Correte. Directora del Programa Pollen. Alemania.

Moderadora:

Norma Sbarbati Nudelman. Presidenta del Programa de Educación en Ciencias de la Red Interamericana de Academias de Ciencias. Argentina.

Conclusiones

55 PANEL DE DISCUSIÓN III LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADOS EN LA INDAGACIÓN EN NORTEAMÉRICA Y AMÉRICA LATINA

Conferencistas:

Hubert Dyasi. Profesor Emérito del *City College*, Universidad de la Ciudad de Nueva York. Estados Unidos.

Raymundo Edgar Martínez Carbajal

*En representación: Jorge Alejandro Neyra. Subsecretario de Educación Básica y Normal del Estado de México. México.

Panelistas:

Cristina Aguilar Ibarra. Subdirectora de Pruebas de Matemáticas y Ciencias Naturales del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

María Figueroa. Decana de Educación de la Universidad Externado de Colombia. Colombia.

Patricia Rowell. Profesora Emérita en Educación en Ciencias, Universidad de Alberta. Canadá.

Moderador:

Reyes Tamez Guerra. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

77 Conclusiones

PANEL DE DISCUSIÓN IV EL PAPEL DE LA ESCUELA, LOS DOCENTES Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA BASADA EN LA INDAGACIÓN

Conferencistas:

Armando Loera Varela. Heurística Educativa, México.

Lee Yee Cheong. Presidente del Consejo del Programa de Educación en Ciencias del IAP. Malasia.

Panelista:

Ubaldo Ávila Ávila. Subsecretario de Educación Básica y Normal de Zacatecas. México.

Moderador:

Arturo M. Fernández Pérez. Rector del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). México.

91 Conclusiones

PANEL DE DISCUSIÓN V TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA INDAGATORIA DE LA CIENCIA Y SUS MODELOS DE EVALUACIÓN

Conferencistas:

Jon K. Price. Director del Programa de Investigación y Evaluación de INTEL. Estados Unidos.

Daniel Alcázar Román. Centro Smithsoniano de Educación en Ciencias. Estados Unidos.

Panelistas:

Leopoldo Rodríguez. Miembro del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

Anders Hedberg. Presidente de Hedberg Consulting, LLC. Estados Unidos.

Moderador:

Guillermo Fernández de la Garza. Director Ejecutivo de FUMEC, Miembro del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

112 Conclusiones

ACTIVIDADES PARALELAS

114 Cena de Bienvenida y Entrega de Reconocimientos. Talleres.

SEMBLANZAS DE LOS PARTICIPANTES

Introducción

La aplicación en la última década de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC-ECBI) en México, como resultado de la colaboración entre la Secretaría de Educación Pública, los gobiernos estatales e Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C., ha generado amplios espacios de interacción y reflexión en el ámbito nacional e internacional con profesores de educación básica, autoridades educativas y especialistas en educación, sobre el valor formativo de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación y sus procesos de evaluación.

De lo anterior se deriva la necesidad de analizar, desde la perspectiva de la enseñanza vivencial e indagatoria, las nuevas tendencias y paradigmas de la evaluación educativa, los retos que la misma enfrenta y los procesos requeridos para conocer objetivamente su contribución a la formación de los estudiantes. Los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia

ponen énfasis en que los niños, niñas y jóvenes que cursan la educación básica comprendan los fenómenos naturales y desarrollen habilidades y actitudes científicas necesarias para desempeñarse con éxito en las sociedades del Siglo XXI. Por ello, se consideran una alternativa viable para lograr una educación de calidad que contribuya a la formación de ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas en beneficio propio y de la sociedad.

Bajo este enfoque, en concordancia con las tendencias nacionales e internacionales, se destaca la necesidad de generar modelos con los que se pueda evaluar la adecuada comprensión de conceptos así como el desarrollo de habilidades y actitudes en los estudiantes.

La VII Conferencia Internacional "La evaluación del aprendizaje de las ciencias: tendencias y retos", sirvió como un relevante foro para la discusión y el análisis de experiencias y nuevas propuestas para evaluar el nivel de

comprensión, reflexión o creatividad de los alumnos, el desarrollo de su pensamiento crítico, su capacidad de aplicar el conocimiento para resolver problemas, sus habilidades para trabajar colaborativamente, sus aptitudes para formular preguntas científicas o realizar una investigación, su capacidad de interpretar las evidencias y llegar a una conclusión científica, entre otros aspectos. Una evaluación integral de los alumnos, que estimule su desarrollo sin ir en detrimento de su autoestima y de su gusto por aprender, es fundamental.

Por lo tanto, quienes trabajamos con el programa SEVIC estamos convencidos de que las propuestas discutidas durante la VII Conferencia Internacional, que a continuación presentamos, contribuyen de manera sustancial a la creación de mejores sistemas de evaluación alineados con los propósitos de una educación básica de calidad.



Jaime Lomelín Guillén

Presidente del Consejo
Directivo de INNOVEC

Ceremonia Inaugural

“Para INNOVEC la evaluación educativa debe concebirse como un proceso normal y rutinario dentro de las escuelas. Como parte de la sociedad civil nos interesa especialmente la evaluación de los aprendizajes como una forma de mejorar la enseñanza...”

Mucho me complace a nombre del Consejo Directivo de Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (INNOVEC) darles la más cordial de las bienvenidas a esta nuestra Séptima Conferencia Internacional sobre Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia que en este año hemos titulado “La Evaluación del Aprendizaje de la Ciencia: Tendencias y Retos”.

Hago aquí un puntual reconocimiento a los miembros de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación y a su presidenta la Maestra Sylvia Schmelkes del Valle, quien con mucho entusiasmo y compromiso se sumó a nuestra iniciativa para tratar este importante tema.

De igual manera quiero hacerlo con el Señor Secretario de Educación Emilio Chuayffet y la Subsecretaria de Educación Básica Alba Martínez Olivé, quienes respondieron muy

favorablemente a nuestra petición para contar con el respaldo institucional de la SEP, no tan sólo en la organización de esta Conferencia sino también en el financiamiento para continuar trabajando con nuestro programa en las entidades federativas. Muchas gracias por su apoyo.

Para INNOVEC el tema de la evaluación resulta ineludible. No sólo porque siempre se hace necesario un alto en el camino para valorar los impactos, resultados y alcances del esfuerzo que desde hace más de diez años hemos emprendido en México y el mundo para hacer realidad el legítimo derecho de los niños para acceder a una educación científica de calidad, sino también porque la misma ciencia debe aportarnos evidencias del progreso que estemos logrando o de las debilidades que aún podamos enfrentar.

Es por ello que, para INNOVEC la evaluación educativa debe concebirse como un proceso normal y rutinario dentro de las escuelas. Como parte de la sociedad civil nos interesa especialmente la evaluación de los aprendizajes como una forma de mejorar la enseñanza, tanto en el trabajo de los profesores, como en el diseño y la mejora de los sistemas educativos. En las empresas, por ejemplo, se aprecia mucho que todo el capital humano se involucre de manera proactiva en identificar las fallas, reconocer los errores y sugerir soluciones para enmendar aquello que no funciona bien o no satisface las necesidades del cliente. Medir nuestro desempeño y eficacia es cotidiano en cualquier ámbito de la cadena productiva. Por ello como consumidores preferimos aquello que está bien hecho o que satisface nuestras exigencias y gustos.

Desde luego, en la educación necesitamos otros referentes de eficacia y calidad ya que educamos para brindar condiciones óptimas para el desarrollo humano. En este contexto, el conocimiento por sí mismo es el valor máspreciado de nuestra civilización y donde ciencia, tecnología, arte y humanismo deben combinarse para atraer a todas las mujeres y todos los hombres que tienen legítimo derecho a recibir una buena educación. En INNOVEC educamos para favorecer una educación que dé mayores oportunidades de empleo y desarrollo a los mexicanos.

Para ello se requieren procesos de evaluación eficaces que brinden evidencia de los aprendizajes y que al mismo tiempo reconozcan la diversidad de circunstancias, contextos y retos que enfrentamos al educar. En un país como México no podemos medir con

la misma vara semejante diversidad educativa pero si debemos establecer estándares mínimos que nos den cuenta de nuestro progreso.

Externo mis deseos para que nuestros colegas que nos visitan de los diferentes países tengan una estancia muy agradable en nuestro país.

No me resta más que exhortar a que tengamos una muy productiva jornada. Muchas gracias.*

*Transcripción de discurso inaugural

“... es importante saber evaluar los resultados de todo nuestro esfuerzo para ver si están funcionando, para poder optimizarlos, para aprender de lo que está funcionando mejor y también para entender cuáles son los problemas que tenemos que atacar.”

Gracias por darme la bienvenida y por darme la oportunidad de darles también la bienvenida a este evento, en especial a nuestros visitantes que han viajado desde muy lejos; me refiero a todos ustedes maestras, maestros y a nuestros distinguidos miembros del presidium.

Todos reconocemos la gran importancia que tiene la educación en nuestra sociedad, prácticamente en todos los países del planeta, por supuesto aquí en México. Pero reconocemos que no es suficiente decir que queremos más educación, no es suficiente asignarle el presupuesto necesario para que funcione (que por supuesto es significativo), sino que es muy importante que la educación sea con calidad. Por eso hemos trabajado aquí en México los SEVIC, los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia, que son parte de un programa internacional apoyado por

las academias de ciencia en muchos países. Esto lo hace una oportunidad única, una revolución en la educación misma, pues estas nuevas pedagogías realmente permiten aumentar la calidad de la educación de una manera extraordinaria.

Hablando de las academias de ciencia quiero reconocer al Dr. Lee Yee Chong que está aquí con nosotros, de Malasia, que está íntimamente conectado con esto, con el programa de educación en ciencias, el Inter Academy Panel. Este Panel Internacional de Academias de Ciencia es el que originalmente hizo estos estudios de cómo se aprende, cómo aprenden los niños y de cómo puede hacerla la sociedad de una manera más efectiva. El Dr. Chong es también Presidente del Centro Internacional para la Cooperación Sur-Sur en Ciencia, Tecnología e Innovación, auspiciado por la UNESCO. En fin, es importantísimo aprovechar estas nuevas pedagogías,

realmente usar este potencial de excelencia que tienen estos nuevos sistemas. Me referiré a lo que estamos haciendo aquí en México. Algunos de nuestros invitados quizá no sepan que en nuestro país se está llevando a cabo una reforma educativa. Uno de los aspectos que abarca es precisamente la evaluación.

El entusiasmo, la enorme satisfacción de los maestros que están involucrados con los SEVIC cuando ven que los niños realmente aprenden. ¡Qué satisfacción tan grande ver cómo los niños con su curiosidad innata realmente aprenden ciencia y la gozan, aprenden a razonar! No puede haber una satisfacción mayor para un maestro. Yo he sido maestro durante muchos años y ver que mis alumnos entienden es realmente algo extraordinario. Y por supuesto, estos maestros involucrados con estos programas, a la mejor muchos de ustedes, no tienen ningún problema

con las evaluaciones, al revés, nos parece que las evaluaciones son importantes, no solo las de los maestros, sino del sistema.

Por eso, esta reunión es tan importante, porque si sabemos el enorme potencial que tienen estas pedagogías, es importante saber evaluar los resultados de todo nuestro esfuerzo para ver si están funcionando, para poder optimizarlos, para aprender de lo que está funcionando mejor y también para entender cuáles son los problemas que tenemos que atacar. Uno de esos problemas es la preparación de muchos de los maestros en temas de ciencia, que es una de las dificultades que tenemos en muchos de nuestros países.

Así pues, estos sistemas de evaluación los considero importantísimos, sobre todo porque las evaluaciones convencionales están concentradas en la enseñanza convencional basada en la

memorización. El maestro o la maestra simplemente recitan algo que los niños se tienen que aprender de memoria, lo entiendan o no lo entiendan, se aburran o no se aburran. Eso es muy fácil de medir, qué tanto memorizaron. El reto es medir qué tanto entendieron. Este reto es importantísimo, no solo para la educación básica, estos nuevos sistemas pedagógicos están empezando también a tener una gran influencia a otros niveles de educación, secundaria, etc., incluso también a nivel universitario y quizá ahí es más fácil medir qué tan bien aprenden los alumnos.

Yahay toda una serie de experimentos con resultados extraordinarios de cómo se pueden evaluar y medir la participación activa de los alumnos, de los niños haciendo experimentos, haciendo reportes, discutiéndolos entre ellos y además adquiriendo valores, aprendiendo qué es importante para nuestra sociedad.

Está ahí la enorme importancia de este evento en el que todos ustedes están participando.

Termino aquí, les deseo el mayor de los éxitos para los trabajos que se desarrollen. Esperamos que podamos documentar cuáles son los pasos necesarios para evaluar, medir y usar los resultados de estas evaluaciones y optimizar aún más estos métodos tan extraordinarios para la enseñanza de la ciencia; pero no solo para la ciencia, pues yo creo que van a tener grandes repercusiones en la enseñanza en general.

Muchas gracias por su atención.*

* Transcripción de discurso inaugural

Mario Molina
Vicepresidente del Consejo
Directivo de INNOVEC





José Narro Robles

Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México

Al final de un proceso de educación, no hay ninguna duda, requerimos de ese binomio permanente, de ese binomio que ha acompañado el desarrollo de las instituciones de educación en el mundo a lo largo de toda la historia: del estudiante por una parte y del profesor por la otra. Qué bueno que el día de hoy se hacen presentes profesores a quienes les compete, les interesa, les motiva esta temática: la ciencia y su evaluación.

En la llamada sociedad del conocimiento resulta indispensable no solo transmitir conocimiento sino aprovechar los procesos para generar nuevo conocimiento, para generar las aplicaciones del conocimiento y para generar innovación en todas las áreas, no solo en lo tecnológico, también en lo social. Lo que tenemos que hacer en el campo de la educación en nuestro país es, sin duda alguna, transformar los procesos educacionales que se llevan a efecto y hacerlo de forma integral.

No creo que nadie en su sano juicio en ese país, en el nuestro y en muchas otras latitudes, esté pensando que ya se hizo todo y que todo lo que se hizo está bien. El propio proceso educacional nos enseña que hay que promover cambios, que quien se queda en el mismo lugar se queda atrás, que quien no avanza a un ritmo suficiente se va rezagando y nosotros en México tenemos que cambiar, nosotros en México tenemos que hacer una profundización de la Reforma que apenas se insinúa. Porque nadie puede estar convencido que con cambios constitucionales y con cambios en la legislación secundaria se termina

“... lo que tenemos que hacer en el campo de la educación en nuestro país es, sin duda alguna, transformar los procesos educacionales que se llevan a efecto y hacerlo de manera integral.”

la Reforma. No. Tenemos que revisar todo lo que pasa alrededor del proceso, tenemos que revisar la formación de los profesores, la actualización de nuestros maestros, los métodos. Tenemos que revisar las condiciones en las que se da y se desarrollan los procesos de educación. Tenemos que ver si contamos con los espacios requeridos, con la flexibilidad de los planes y programas de estudio, tenemos que hacer una revisión completa. Tenemos incluso que replantearnos el sentido mismo, darle una nueva versión acorde al siglo XXI, a la educación pública en nuestro país.

Yo estoy plenamente convencido de que nuestro sistema de educación pública ha hecho grandes aportes al desarrollo de México. Que el país sería otro y no sería mejor si no hubiéramos tenido esos sistemas, esas instalaciones, esa infraestructura y esos programas de educación pública en la educación elemental, en la educación media superior y, por su puesto, en la educación superior. Pero tenemos también, junto con ese análisis y consideración de los desarrollos, que reconocer que hoy no estamos teniendo ni los resultados que quisiéramos obtener, ni generando realmente las condiciones para un cambio en los próximos años. Tenemos que revisarlo.

El día de hoy, en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, se nos presenta una muy buena oportunidad. Lo es porque para resolver el problema primero tenemos que reconocer que existe y reconociendo que existe tenemos que saber en qué consiste, dónde está la falla, qué tenemos

que atender, cómo podemos mejorar o resolver esas deficiencias. Por eso a INNOVEC, al Consejo, a su Presidente, a quienes participan, a las autoridades de la Secretaría de Educación Pública que han apoyado el desarrollo de esta Conferencia Internacional hay que felicitarlos. Si queremos cambiar hay que comenzar muy pronto, si queremos mejorar en este campo hay que hacerlo desde la educación elemental. Tenemos, como decía aquí el Doctor Mario Molina, que aprovechar el interés, la convicción de los niños, el gusto, la creatividad que se da ahí, la espontaneidad, la frescura que se genera en un niño o en un joven para darle las facilidades, para darle y generarle los estímulos, para asegurarnos que quien tiene capacidades las pueda desarrollar. Yo no tengo duda de que si hacemos esto vamos a mejorar y lo vamos a hacer sustancialmente.

Cualquier evaluación que revisemos, la que tiene que ver con el Foro Económico Mundial, los datos de la OCDE, las evaluaciones de la prueba PISA, nuestros propios análisis, nos demuestran que no estamos bien y nos señalan al mismo tiempo que ahí hay una enorme oportunidad para mejorar. Cuando uno tiene problemas, tienen que verse bajo una doble visión: la dificultad que se enfrenta y la enorme posibilidad de resolución. Cuando uno está muy mal, las oportunidades de avanzar rápidamente son muy altas, yo no voy a dar los datos, lo único que digo es que tenemos enormes posibilidades de mejorar.

Invito a todo el auditorio, a todos los participantes para que hagamos un esfuerzo en esa dirección, estoy absolutamente seguro de que cuando trabajamos articulados, unidos, cuando hay coordinación de esfuerzos, cuando hay esa voluntad, se puede avanzar. Ojalá que los trabajos de esta VII Conferencia Internacional ayuden a nuestros niños, a nuestros jóvenes, ayuden a nuestras instituciones.

En lo que toca a la Universidad Nacional Autónoma de México, que ustedes saben es una institución muy grande en su tamaño: poco más de 335 mil estudiantes, desde niños de 12-13 años que ya están incorporados en nuestro sistema de bachillerato de 6 años, hasta estudiantes de doctorado, hay un gran reto. Hemos hecho un análisis autocrítico y hemos reconocido que no hemos sido eficientes en la enseñanza de la ciencia y que tenemos que transformar programas, infraestructura, laboratorios y hacer uso de las nuevas tecnologías.

Mi deseo, con eso concluyo y con eso queda inaugurada esta VII Conferencia Internacional, va en la dirección que les decía: que tengan mucho éxito en la deliberación, que se pueda hacer esta valoración, que aprendamos, para que de la evaluación podamos reconocer éxitos y fallas y podamos hacer propuestas para corregir, para avanzar. La juventud y la niñez mexicana se los va a agradecer. Muchas gracias.*

* Transcripción de discurso inaugural

Muy buenos días tengan todas y todos ustedes. Me da muchísimo gusto poder compartir con un grupo de personalidades como el que preside la inauguración de esta ceremonia y con todos ustedes, este arranque de la VII Conferencia Internacional sobre Enseñanza Indagatoria de la Ciencia en Educación Básica que tiene este compromiso en favor de la evaluación del aprendizaje de la ciencia, tendencias y retos. Igualmente estoy muy contento por dar la bienvenida al Subsecretario de Planeación de la Secretaría de Educación Pública, en representación del señor Secretario Lic. Emilio Chuayffet.

Que fortuna que estemos aquí con un personaje que nos llena de orgullo a todos los mexicanos: el Dr. Mario Molina. Qué importante que un científico de su

talla, reconocido mundialmente, pueda dedicar espacio, tiempo, inteligencia, capacidad, voluntad para un asunto como el que hoy nos convoca.

Muchas gracias Dr. Molina, muchas gracias al Señor Presidente del Consejo de INNOVEC, Ing. Jaime Lomelín, a la Sra. Representante del Director General de CONACYT, a la Sra. Presidenta del Consejo Nacional para la Evaluación de la Educación, al Sr. Director General de la SEP y al Ingeniero Fernández de la Garza, gracias por acompañarnos.

Sobre todo, gracias a quienes han hecho el esfuerzo para acompañarnos desde otras latitudes, desde otros espacios. Muchas gracias a los maestros y maestras que están el día de hoy con nosotros.

Conferencia magistral



Sylvia Schmelkes
Presidenta de la Junta de Gobierno
del Instituto Nacional para la
Evaluación de la Educación (INEE)

Hay tres problemas que padece el sistema educativo mexicano: el primero es de cobertura, el segundo se refiere a la inequidad y el tercero a la calidad. Dichos problemas se conocen gracias a los varios años en que se ha evaluado el sistema educativo. Sin embargo, la evaluación por sí sola no resuelve los problemas, son necesarias mediaciones de política educativa. Para tomar decisiones adecuadas respecto a esas mediaciones es fundamental construir una cultura de la evaluación que reconozca que la evaluación técnicamente sólida y justa nos sirve a todos, individual y colectivamente, para saber qué problemas tenemos y qué prácticas debemos cambiar o mejorar.

DESARROLLAR UNA CULTURA DE LA EVALUACIÓN, ¿PARA QUÉ?

Muy buenos días a todos y a todas. Un agradecimiento realmente muy cordial a todas las instituciones organizadoras del evento por el honor que me hicieron al invitarme a inaugurarlo con esta charla. Esta no es una charla sobre evaluación de la enseñanza de la ciencia, tampoco es una charla sobre el INEE (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación), es una charla que intenta poner un poco el escenario de lo que ustedes van a estar conversando a lo largo de estos dos días y tiene que ver con la cultura de evaluación, su necesidad y la manera de ir la construyendo.

TRES PROBLEMAS

Quisiera comenzar señalando que cuando nosotros hablamos de la necesidad de mejorar la calidad de la educación y la equidad de la educación en el país, necesariamente tenemos que partir de reconocer que tenemos problemas, y tenemos problemas de tres tipos.

Estos son los tres problemas que yo quisiera resaltar y que son para mí los más importantes del sistema educativo nacional: el primero es de cobertura, un problema que reconocemos poco porque de alguna manera los indicadores internacionales, que se nos han puesto respecto a la cobertura de nuestra educación básica, están limitados a los niños que van a la escuela entre los seis y los once años. Ahí es en donde México tiene menos problemas.

Entre los 6 y los 11 años tenemos un índice de cobertura bastante elevado de alrededor del 97-98%, entonces no nos damos cuenta de los problemas de cobertura que todavía tenemos en la educación básica en el país. De hecho, hay 3.9 millones de niños entre los 3 y los 14 años que están fuera de la escuela, la mayor parte de ellos son niños de preescolar y dentro de éstos la mayor parte son niños de primer año de preescolar, es decir, niños de tres años. Esto es algo que se debe a la falta de oferta, el primer año de preescolar

todavía no existe sobre todo en los lugares más apartados, más distantes, más pobres, los lugares indígenas.

Ahí tenemos 1.7 millones de niños que no van a primero de preescolar a pesar de que la obligatoriedad está ahí desde el año 2008. No obstante que la mayor parte de ellos son de preescolar, todavía son 407 mil entre los 6 y 11 años que no van a la escuela y 548 mil entre los 12 y 14 años, dando este total, que yo digo es alarmante para nuestro país, de 3.9 millones de niños en edad de cursar educación básica obligatoria que no asisten a la escuela.

Cuando analizamos en el INEE por qué estos niños no van a la escuela, nos dimos cuenta que el problema no tiene que ver con falta de oferta en todos los casos. Con la excepción del primer año de preescolar, estos niños viven en localidades donde sí hay escuela y donde uno espera que también esté el maestro, entonces el fenómeno tiene que ver con factores de naturaleza externa.

Hay un fenómeno muy importante de deserción. Son niños que alguna vez asistieron a la escuela y que se salieron de ella por varios motivos, seguramente muchos de estos tienen que ver con la pobreza, con la necesidad de trabajar; otros con la discapacidad, es decir, muchos niños con discapacidad que no están teniendo acceso a la escuela, y otra parte importante, sobretodo al nivel de secundaria, los niños que no le encuentran sentido a la escuela, que no encuentran en ella aquello que les va a servir o les está sirviendo para la vida. Eso es un primer problema.

Un segundo problema: la inequidad. Para mí es de los más graves, porque cuando hay inequidad en un sistema educativo significa que la educación no está cumpliendo con el papel tan importante de igualar oportunidades para vivir una vida de calidad. En México tenemos un problema muy fuerte de inequidad que refleja la inequidad del país. Como ustedes saben, somos uno de los países más inequitativos del mundo, la educación lo refleja, y tenemos entonces la realidad de que la educación o la escolaridad se vincula con la condición de vivir en una zona urbana, en una zona rural, con el grado de marginación de la región en la que se vive, con el hecho de hablar o no una lengua indígena y, obviamente, con el nivel de ingresos al que pertenecen los padres de familia o la familia de estos alumnos. Y bueno, esto se nota en los niveles de escolaridad alcanzados, pero desgraciadamente también se nota en el aprendizaje real logrado, medido a través de las medidas que tenemos hasta la fecha, que son pruebas de conocimiento.

Esta inequidad en parte se explica con el hecho de que México no ha logrado todavía ofrecer la misma calidad educativa a todos los niños, las niñas y los jóvenes de nuestro país. No estamos invirtiendo la misma cantidad por niño y mucho menos estamos compensando por las diferencias socioeconómicas. En otros países –no me gusta poner el ejemplo de otros países, pero en este

caso sí me parece muy ilustrativo- a las escuelas se les entrega un presupuesto que es equivalente al costo promedio de un niño en un nivel educativo multiplicado por su matrícula y eso asegura que todos los niños del país reciban la misma cantidad de recursos. Eso no es equidad, eso es igualdad, pero es el piso para que la equidad sea posible. Además muchos de estos países, cuando reconocen que hay una escuela en condiciones de mucha pobreza o donde se habla una lengua que no es la nacional o donde se están incorporando



niños con necesidades educativas especiales o niños con discapacidad, se le da un extra a esa escuela porque se reconoce que hay mayor dificultad para lograr los resultados deseados y que necesitan recursos adicionales.

En México no hacemos ninguna de las dos cosas y más bien hacemos lo contrario: le damos menos a los que más lo necesitan.

Voy a citar un dato que es un poco

viejo, es del sexenio anterior, pero se lo escuché al que entonces era director de CONAFE (Consejo Nacional de Fomento Educativo). Decía que los cursos comunitarios, esta modalidad educativa que tenemos para atender a los niños de comunidades rurales dispersas, un niño de un curso comunitario cuesta 7 mil pesos al año, mientras que el promedio de un niño en primaria del país cuesta 37 mil pesos al año, es decir, 5 veces más; en otras palabras, 5 veces menos es lo que cuesta un niño de CONAFE. Eso nos da idea de cómo no

estamos asegurando primero igualdad para después asegurar equidad, sino que estamos haciendo lo contrario. Eso explica por qué este problema es tan serio.

Otra de las razones por las que tenemos este problema de inequidad es que en México, como ustedes saben, tenemos un modelo homogéneo, tenemos un currículum idéntico para todo el país, una manera de organizar

las escuelas, cuando menos en teoría, también idéntica para todo el país. Ese modelo se va empobreciendo conforme va llegando a las zonas más alejadas, por ejemplo: se piensa que no amerita, digamos, en la región, tener seis maestros por cada una de las escuelas para atender a cada grado, entonces hacemos multigrado o hacemos escuelas unitarias cuando concebimos que hay un director que tiene que encargarse de la gestión escolar, pero como en una comunidad muy pequeña no se justifica tener más maestros, entonces el director

también da clases, y así, cuando tiene que salir a hacer gestiones los niños se quedan sin clases.

En fin, hay un modelo que es igualito en teoría pero que se va empobreciendo conforme va llegando a estas localidades.

Este modelo homogéneo lo tenemos a pesar de la enorme diversidad de nuestro país: 10% de nuestra población –dependiendo de cómo se mide, 10 es un número promedio- pertenece a

un grupo indígena, 7 millones hablan una lengua indígena, pero 15 millones se consideran indígenas, de 68 grupos etnolingüísticos bien diferenciados, además de otras diversidades geográficas y culturales que tiene nuestro país. No es lo mismo el norte que el sur, no es lo mismo vivir en una zona montañosa que vivir en una zona costera, a pesar de esa diversidad, el modelo homogéneo está ahí y siempre que hay una manera homogénea de tratar a los diferentes, hay quienes salen beneficiados por ese modelo y quienes salen perjudicados porque no responden a las características de ese modelo, eso explica la inequidad. También, regionalmente encontramos una correlación fuerte entre Producto Interno Bruto de los estados y la escolaridad alcanzada por sus poblaciones. Hay una relación muy fuerte entre condiciones socioeconómicas y culturales y logros tanto de escolaridad como de aprendizaje. Ese es el segundo problema que yo quiero mencionar.

Y el tercero es un problema de calidad, es ese el que más suena. Es decir, no nos fijamos en el mismo acceso, nos preocupamos relativamente poco por la equidad, pero el problema de calidad sí es algo que se menciona muchísimo más.

Aquí ya hubo mención de por dónde sabemos que no estamos contentos con lo que nuestros niños están aprendiendo. Tenemos los datos de PISA que son datos basados en una concepción de lo que necesitan los alumnos, en este caso, de quince años, para poder enfrentar en el futuro muy próximo las demandas de nuestra sociedad moderna, pero también tenemos resultados de nuestras propias pruebas y en los dos casos el porcentaje de alumnos que está por debajo del nivel básico o que está por debajo de este nivel definido como lo necesario para enfrentar las demandas de la vida moderna es muy alto. Incluso en el caso de secundaria en matemáticas llega a ser el 52% de nuestras propias pruebas, algo muy parecido a los datos de PISA y

obviamente en el caso de las ciencias los datos no difieren fundamentalmente.

También una de las cosas que podemos ver en este proceso es que, en términos generales, cuando vemos cómo evoluciona históricamente el desempeño de nuestros alumnos en las pruebas de diferente naturaleza, vemos que hay un cierto mejoramiento en primaria, pero en el caso de secundaria la realidad es más estática, es más difícil lograr aumentos importantes en el caso de la educación secundaria.

Y más allá de esto que está afectando a los niños que están en la escuela, es importante tomar en cuenta que tenemos una población de 15 años y más, lo que se llama la población "adult", que no tiene educación básica, una

"Cuando hay inequidad en un sistema educativo significa que la educación no está cumpliendo con el papel tan importante de igualar oportunidades para vivir una vida de calidad. En México tenemos un problema muy fuerte de inequidad en la educación que refleja la inequidad del país."

tercera parte de la población nacional no cuenta con educación básica y esta tercera parte de la población nacional representa la mitad de las personas que tienen 15 años y más que no han concluido su educación básica. Es decir, ahí también hay un reto que se nos olvida porque le damos muy pocos recursos a la educación de los adultos, pero que también es necesario reconocer. Y bueno, en el



caso de la educación secundaria nuestra ineficiencia es de 21%, es decir, que por cada 100 niños que entran 79 terminan tres años después y 21 se queda afuera.

LA EVALUACIÓN, ¿RESUELVE LOS PROBLEMAS?

Me parece muy importante que todos tengamos muy claro que la evaluación por sí sola no resuelve los problemas. De hecho, México ha venido utilizando una evaluación, sobre todo durante la última década, muy intensa. Ha evaluado y evaluado y evaluado a alumnos y docentes, sin embargo esa evaluación no se ha utilizado para mejorar la educación, se ha utilizado para pedir cuentas y se ha utilizado para recompensar a los maestros, que es lo mismo que castigarlos, porque aquellos que no resultan recompensados resultan castigados, pero su propósito fundamental en el pasado no ha sido un propósito de mejora.

La evaluación por sí sola no resuelve los problemas, descubre los problemas, los dimensiona; la investigación educativa los explica. Para que la evaluación realmente pueda ser utilizada para resolver problemas, necesita mediaciones de política educativa, es decir, la evaluación sirve para decir qué se tiene que hacer desde la política

educativa para mejorar eso.

La evaluación por sí sola no resuelve los problemas, y el tipo de mediaciones que se necesitan tienen que ver con que se mejoren las condiciones de trabajo, no se puede hacer una evaluación de un docente que está trabajando en un lugar en donde no tiene las condiciones mínimas para enseñar y pedirle entonces que pase una prueba o que pase una evaluación posterior sin haber modificado esas condiciones de trabajo, no es justo. Implica modificar, mejorar las condiciones de trabajo, implica atender las condiciones del contexto. Una evaluación justa es una evaluación que toma en cuenta el contexto y que reconoce que en el contexto hay problemas que afectan la escolaridad y el aprendizaje.

A mi me parece muy importante que veamos que nuestras problemáticas, las que están en el fondo de los problemas educativos, exigen una intervención intersectorial y que son problemas que tienen que ver con el contexto, con que los niños tienen que trabajar, con que no tengan una nutrición adecuada, con el hecho de que tengan una discapacidad y no puedan entrar a la escuela, esas son las cosas que se tienen que ir modificando.

Desde luego una mediación fundamental, quizás la más importante

de todas, es la formación de docentes, sobre todo la formación en servicio, pero también la formación inicial. La manera en cómo se distribuyen los recursos, las modificaciones curriculares y de materiales educativos, visión del currículum homogéneo, la necesidad de flexibilizar el currículum, son de las mediaciones que se necesitan para realmente tener una mejor calidad curricular, con equidad en educación y, desde luego, el diseño de programas y políticas debe obedecer a la identificación de las causas de los problemas y a su combate. Esto conduce a saber qué se tiene que innovar, es decir, qué tenemos que hacer diferente de lo que hemos hecho hasta la fecha para tener resultados diferentes. Entonces, la evaluación conduce a saber qué tenemos que innovar en la escuela, en el aula y, obviamente, a nivel del sistema educativo.

UNA EVALUACIÓN SÓLIDA Y JUSTA

Ahora bien, no toda evaluación puede apoyar a las decisiones educativas para mejorar. La evaluación que realmente puede ser un instrumento para mejorar requiere de ciertas características: necesita proponerse esencialmente ser formativa, es decir, evaluar para mejorar debe ser un propósito, una intención, una voluntad explícita detrás de toda evaluación. Debe centrarse en los problemas que ya conocemos, tenemos muchos años de hacer investigación educativa, investigación evaluativa, sabemos cuáles son los problemas que ya mencioné, entonces hay que centrarnos en eso: vamos a evaluar el acceso, vamos a evaluar la calidad y vamos a evaluar la equidad en materia educativa. Para poder tener elementos de causas de estos problemas tenemos que evaluar los componentes principales del sistema educativo que sabemos están incidiendo en un problema, a los actores fundamentales. Entonces hay que evaluar a los alumnos, hay que evaluar a los profesores, a las instituciones, a los programas

y a las políticas, evidentemente tenemos que promover el desarrollo de la investigación educativa y de la investigación evaluativa que es la que nos va a permitir profundizar en las causas a combatir y que la evaluación por sí sola no nos da.

Además de lo anterior, para permitir la mejora, la evaluación debe tener credibilidad, y para tener credibilidad, necesita ser técnicamente lo más sólida posible, digo lo más sólida posible porque técnicamente tampoco estamos en un desarrollo absoluto, sino que vamos mejorando el desarrollo de la técnica evaluativa que nos permite irnos acercando cada vez más a que realmente se pueda medir lo que queremos medir. Pero eso sí, tenemos que esforzarnos para hacerlo lo más sólido posible con la técnica y la metodología disponible.

También es necesario partir de la complejidad del hecho educativo, la evaluación educativa es compleja porque el hecho educativo es complejo y no se puede simplificar o analizar con una evaluación que simplifica utilizando, por ejemplo, un solo instrumento. Sabemos que los hechos complejos y los problemas complejos son multifactoriales y entonces tenemos que tomar en cuenta todos estos factores que inciden en el resultado: el contexto, la diversidad cultural, son datos sumamente relevantes.

Para ser creíble la evaluación tiene que ser justa, y para ser justa tiene que asegurar que no está premiando ni castigando sin fundamento, tiene que haber realmente una certeza de que esto se puede comunicar, que podemos efectivamente convencer porque estamos fundamentando adecuadamente estas decisiones. Es necesario reconocer la diversidad y atenderla, para que la evaluación permita que todos mejoren. La evaluación no se puede convertir en un instrumento más de homogeneización, sino debe partir de reconocer que nuestra realidad es diversa y de que se requiere de procesos diferenciados para poder atender los problemas.

También tiene que reconocer la interculturalidad y favorecerla, quienes trabajamos en educación intercultural hay que distinguir entre la desigualdad y la diversidad, la desigualdad es algo que se combate, la diversidad es algo que se favorece, que se promueve porque nos enriquece a todos, y la interculturalidad desde este punto de vista hay que favorecerla evitando la tendencia natural de toda evaluación a homogeneizar. Y es necesario demostrar la capacidad de promover las decisiones, los programas y las políticas que en efecto ofrecen mejorar la realidad educativa conocida.

También me parece muy importante reconocer que la evaluación tiene

"La evaluación por sí sola no resuelve los problemas, descubre los problemas, los dimensiona; la investigación educativa los explica. Para que la evaluación realmente pueda ser utilizada para resolver problemas necesita mediaciones de política educativa."

límites. Tiene límites naturales que están dados por lo que el desarrollo de la teoría, de la metodología y de la técnica evaluativa le imponen. De hecho, tenemos que decir en este momento que no todo es evaluable, quisiéramos poder evaluar todo, y en muchos casos nos podemos acercar a evaluar lo más posible, pero hay que reconocer que, de antemano hay cosas que todavía no tenemos la certeza de poder evaluar, por ejemplo, los valores. Todavía tenemos metodologías muy endebles para evaluar valores, entonces hay límites y esto es importante reconocerlo.

RIESGOS DE LA EVALUACIÓN

También es importante tomar en cuenta que la evaluación tiene riesgos y que una cultura de la evaluación, de la que voy a hablar en seguida, implica reconocer y conscientemente evitar caer en estos riesgos, por ejemplo, las consecuencias no adecuadas que puede tener la evaluación y que conducen a resultados perversos.

Aquí voy a señalar el uso que se le dio a la prueba ENLACE (Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares). Cuando se empezó a diseñar la prueba se suponía que sería un instrumento para evaluar el sistema educativo nacional e identificar en donde estaban los problemas, poder retroalimentar a las escuelas, a los profesores, a los alumnos y a sus padres. De repente, a alguien se le ocurrió que iba a ser utilizada para evaluar a los maestros y entonces las consecuencias perversas, digamos el uso inadecuado, las consecuencias inadecuadas que se le dieron, condujeron a efectos perversos como ustedes ya bien saben: las ventas de las pruebas, el fraude, la enseñanza para la prueba, poner a los niños permanentemente a hacer ejercicios de pruebas ENLACE y entonces olvidarnos de lo verdaderamente importante, como las pruebas de opción múltiple no miden escritura pues olvidarnos de enseñar a escribir, por ejemplo. Estos efectos perversos se deben justamente, y esto es un riesgo, a la evaluación y que conscientemente tendríamos que evitar.

Medir lo no medible. Medir lo no medible necesariamente conduce a decisiones de naturaleza discrecional, si intentamos decir yo tengo un instrumento que mide algo que técnicamente no se puede medir, pues entonces las decisiones que voy a tomar son decisiones subjetivas, discrecionales y este es un riesgo que yo creo que es importante evitar.

El riesgo de reducir la educación a lo evaluable, es decir, convertir en importante solo aquello que se puede medir, sería un riesgo muy grande. La evaluación no tiene por qué convertirse

en el currículum informal u oculto de ningún sistema educativo, sería terrible pues educar para nada más aquello que se puede medir y; desde luego esto que ya mencioné, uniformar para simplificar que significa banalizar lo complejo del universo, eso sería un terrible error.

UNA CULTURA DE LA EVALUACIÓN

Y vamos ya a tratar el tema para el que se me invitó hoy, la cultura de la evaluación, comenzando por definir lo que se entiende por cultura en este contexto. No es una definición antropológica de cultura, para nada, pero es lo que se entiende por cultura, o yo entiendo por cultura en este contexto.

Por una cultura entendemos una forma socialmente compartida de visualizar y entender una realidad y de juzgar y actuar en consecuencia. Esto es lo que sería una cultura en general, no una cultura evaluativa. Por una cultura de la evaluación, yo la defino así, aquí entre ustedes hoy, entendemos que socialmente se comparta el hecho de que la evaluación, no cualquiera, la evaluación técnicamente sólida y la evaluación justa, nos sirve a todos, individual y colectivamente para tomar mejores decisiones y para saber qué problemas tenemos, qué resolver o qué prácticas tenemos que cambiar o mejorar. Eso es una cultura de la evaluación, eso lo tenemos que compartir socialmente, si no se comparte socialmente no es una cultura.

Tenemos que compartir esta convicción, insisto, la convicción incluye que no es cualquier evaluación, la evaluación que sea técnicamente sólida y la evaluación justa, no cualquiera.

Por otro lado, también por cultura de la evaluación entendemos aquella que reconoce que la evaluación técnicamente sólida y justa es un instrumento para ir asegurando el derecho de todos y todas a una educación de calidad, que significa aprender lo necesario para vivir una vida digna. Cuando digo todas y todos estoy incluyendo el concepto de equidad. Y aquí hago referencia

muy rápidamente a las cuatro **A** que son con las que se evalúa el derecho a la educación: **A**sequibilidad, es decir, que la escuela esté ahí, que el maestro esté ahí, que la oferta esté asegurada; **A**ccesibilidad, que quiere decir que a pesar de que la oferta esté ahí no le pongamos barreras a que la demanda llegue, a que la población llegue, y bueno desde luego hay barreras físicas para niños con discapacidad motora, pero hay otras como las económicas, en el momento en el que yo exijo cuotas o exijo uniformes, o exijo a los niños una cantidad terrible de útiles estoy poniendo barreras económicas al acceso a la escuela.

Luego las otras dos **A** que tienen que ver con calidad. Está la **A** de la **A**daptabilidad que va en contra de la homogeneidad del currículum, de la homogeneidad impuesta de las formas de organización escolares que fundamentalmente atañe a que la educación tenga significado para los diferentes grupos poblacionales, que sea relevante y que sea pertinente para la vida actual y para la vida futura. Por último, la **A**ceptabilidad, esta es una definición de la calidad desde la perspectiva de los propios alumnos en el sentido de que al alumno le guste estar en la escuela porque sabe que está aprendiendo y porque además se siente, respetado, acogido y seguro. Tiene que ser aceptable la escuela para el sujeto o no estará en la misma disposición de aprender.

Entonces, debemos tener este gran marco de referencia del derecho a la educación como aquello que queremos realmente mejorar, debemos asegurar su cabal cumplimiento utilizando a la evaluación como un instrumento para poderlo lograr.

Una cultura de la evaluación exige ciertas cosas, exige necesariamente que las evaluaciones sean públicas, si no cómo vamos a generar esta conciencia compartida de que efectivamente la evaluación sirve. Que sean públicas quiere decir que se conozcan los propósitos para los que estamos

evaluando, para qué estamos diseñando una evaluación, que se respeten los datos privados cuando no es necesario dar los resultados individuales de las personas, esos se consideran datos privados y no tenemos por qué darlos, eso da muchísima certeza, muchísima seguridad. No se divulgan los datos personales cuando se dan a conocer los resultados, únicamente se agregan cuando sea necesario, por ejemplo, cuando estamos haciendo una prueba de ingreso a una universidad, evidentemente se tienen que dar a conocer esos resultados, pero se le dan a conocer al individuo, no tienen que ser sociales y no en todas las evaluaciones es necesario dar a conocer los datos a nivel individual, eso hay que respetarlo.

También exigen que las evaluaciones sean transparentes, es decir, que se pueda desmenuzar qué es lo que se hizo y que se pueda dar cuenta del proceso. Por último, que las evaluaciones sean apelables, es decir, los evaluadores no tiene la última palabra, no puede ser así, no tendría que ser así, los sujetos tienen derecho a conocer sus resultados y en todo caso a cuestionarlos y solicitar su verificación. Es decir, una cultura de la evaluación verdadera exige esto del lado del evaluador, porque si no está muy difícil que se considere justa y que se compartan las virtudes de una evaluación.

Una cultura de la evaluación se va construyendo, no es algo que se da por decreto, imposible, ninguna cultura puede cambiar así. Se va construyendo, y se va construyendo en la medida en que la evaluación va demostrando efectivamente su capacidad de servir para mejorar. Esa es la condición para que efectivamente vayamos construyendo una cultura de la evaluación.

Una cultura equilibrada de la evaluación supone respetar la evaluación sólida y rechazar la parcial o la injusta. También, una cultura de la evaluación exige el complemento de la investigación evaluativa para conocer la causa de los problemas que la evaluación descubre y que dimensiona.

La evaluación llama a la investigación para complementarla y una cultura de la evaluación de naturaleza constructiva implica reconocer que la evaluación por sí sola no mejora y conduce a exigir las mediaciones necesarias. Eso es parte de la cultura de la evaluación, este convencimiento de que no tenemos una varita mágica y evaluación para mejorar la calidad, eso no es así, la evaluación por sí sola no va a mejorar la calidad.

TIPOS DE EVALUACIÓN

Tenemos, como ustedes saben, dos tipos de evaluación. Evaluaciones sumativas que toman mediciones sobre individuos al final de ciertos procesos y evaluaciones formativas que van retroalimentando y mejorando la calidad de los procesos.

En el caso de las evaluaciones sumativas, que son necesarias porque de ahí se toman decisiones muy importantes, para que vayamos construyendo esta credibilidad que es la base de una cultura de la evaluación, desde quien diseña las evaluaciones debe dar certeza de la mayor validez y confiabilidad de que se están utilizando la cantidad de instrumentos necesarios para calibrar un problema que es multifactorial o un hecho que es multifactorial. Del lado de quien utiliza los resultados para decidir sobre individuos supone que esas personas, autoridades educativas que toman decisiones por ejemplo, tienen que aceptar la diversidad y considerar de manera transparente las condiciones del contexto, así como decidir responsablemente sobre el uso formativo de estas evaluaciones para segundas y terceras oportunidades. Esto es muy importante, la evaluación se tiene que ver, no como un número frío que nos permite tomar una decisión en cualquier contexto, sino que el contexto tiene que ser considerado y además se tiene que considerar como un proceso. Una evaluación tiene que permitir una segunda y una tercera oportunidad y retroalimentar para que esa segunda y tercera oportunidad realmente pueda ser mejor.

Por parte de quien es sujeto de estas evaluaciones de naturaleza sumativa, supone aceptar que las mejores decisiones con consecuencias sobre los individuos son las que se basan en una evaluación objetiva y justa y esto significa aceptar sus resultados también responsablemente, por ejemplo, las evaluaciones que tienen que ver con la terminación de un ciclo, con el ingreso a una institución, con el ingreso a la docencia, pues lo que implica es que tenemos que llegar a aceptar que la evaluación es la mejor manera de tomar esas decisiones, una evaluación técnicamente sólida y justa.

Y por el lado de las evaluaciones formativas, enfocadas en el proceso y que tienen la finalidad de retroalimentar para mejorar, quien diseña las evaluaciones debe asegurar que efectivamente estas evaluaciones tengan el mayor potencial para retroalimentar para la mejora. Desde quien recibe estos resultados, otra vez estoy pensando en autoridades

educativas, a maestros en el aula que están recibiendo resultados de evaluaciones que vienen de fuera, deben tener la certeza de que la evaluación esté asegurando las mediaciones necesarias que son las que permitan mejorar, porque no es la evaluación la que permite mejorar. Y desde quien es el sujeto de la evaluación aceptar los apoyos que se derivan de esta evaluación formativa y tomar las medidas necesarias para comprometerse con los cambios subsecuentes.

IMPLICACIONES DE LA EVALUACIÓN

¿Qué es lo que esto significa para cada uno de los actores del proceso educativo? Para los alumnos implica necesariamente que ellos conozcan cuáles son los propósitos del proceso educativo en cuestión, es decir, qué es lo que quiero con esta educación y qué es lo que quiero evaluar, que acepten las decisiones que se derivan de las evaluaciones que son válidas y justas, y



como estas evaluaciones son de carácter formativo, que asuman la necesidad de seguir las recomendaciones derivadas de sus resultados para mejorar. Eso es parte de la cultura, uno espera que los alumnos digan "¡ah qué bueno! esta evaluación me está retroalimentando y me está diciendo qué es lo que tengo qué hacer para mejorar."

En el caso de los docentes, cuando los docentes evalúan a sus alumnos, lo que esperamos es que ahí se clarifiquen los propósitos de su enseñanza, se diseñen evaluaciones que retroalimenten. Si voy a pedir una evaluación es para retroalimentar y, lo más importante, que se dejen retroalimentar por los resultados de sus alumnos, porque los resultados de sus alumnos son los que están diciendo si el maestro lo está haciendo bien, si está logrando lo que se propuso, si lo está logrando con todos y si no, tiene que revisar lo que está haciendo para mejorar.

Y cuando la evaluación es hacia los docentes, aquí lo que se requiere es que se reconozca a la evaluación, obviamente

la justa, la válida, como la que puede conducir su profesionalización. Y necesariamente que acepten lo que ella implica en materia de formación y de preparación para la innovación porque de lo que se trata es que cambien su manera de hacer las cosas para poder tener resultados mejores.

En el caso de las escuelas o de las instituciones educativas, de los planteles, lo que se espera es que utilicen los resultados de las evaluaciones de alumnos, de docentes y de la propia institución para identificar problemas, para planear en colegiado la solución de los más importantes, para comprometerse a realizar los cambios necesarios y para monitorear y evaluar su progreso y comenzar un nuevo ciclo de mejora.

Y para el sistema educativo, lo que tiene que hacer como resultado de las evaluaciones es establecer las mediaciones que se derivan de la necesidad de atender los problemas que descubre y dimensiona la evaluación, especialmente estos problemas que a

mi me parecen los centrales: de acceso, de inequidad, de falta de calidad en la educación. Y esto ¿cómo?, pues a través de procesos de apoyo, de acompañamiento y de formación del personal docente y directivo y de los equipos docentes, a través de la modificación de sus condiciones de trabajo y de las condiciones que afectan a la escolaridad en su contexto específico.

También hay implicaciones para la sociedad en general, porque ésta se tiene que interesar por conocer los resultados de la evaluación. La evaluación tiene que ser un instrumento para fortalecer nuestra democracia y la sociedad tiene que ejercer presión sobre las autoridades para que ocurran las mediaciones y se corrijan las causas de las deficiencias encontradas. Desde luego, la sociedad tiene que asumir lo que le corresponde para colaborar en este proceso de mejora.

Para concluir quiero señalar que una cultura de la evaluación equilibrada es aquella que acepta que las evaluaciones no son infalibles, que se pueden equivocar y que se tienen que revisar. Esto es absolutamente esencial porque a veces fetichizamos la evaluación y le damos toda la credibilidad a un instrumento. La evaluación no es infalible, se puede equivocar, las evaluaciones son perfectibles, no vamos nunca a tener la respuesta última y se debe avanzar conceptual, metodológica y técnicamente en la capacidad de evaluar lo que queremos evaluar. Por esto, se exige que la evaluación misma sea evaluada en sus efectos, en su impacto, en su capacidad predictiva y en su capacidad de aportar a la solución de los principales problemas que se conocen y que se encuentran a partir de la evaluación y, obviamente, que ésta se haga pública.

Agradezco muchísimo su atención*.

* Transcripción de participación.



Panel I de discusión

¿CÓMO SE ESTÁ EVALUANDO EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL?



Conferencistas

- Eduardo Backhoff Escudero
- Shelley Peers



Panelistas:

- Alejandra González
- Ulrika Johansson
- Louise Hayward



Moderador:

- Carlos Mancera

Modelos cognitivos en la evaluación de las ciencias

EDUARDO BACKHOFF ESCUDERO

El objetivo de esta ponencia es justificar el uso de modelos cognitivos para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, especialmente el aprendizaje de los conocimientos de la ciencia. Los propósitos son describir la importancia de la evaluación del aprendizaje, tanto dentro como fuera del salón de clase, ejemplificar el uso de los modelos cognitivos para la evaluación de las ciencias y caracterizar las evaluaciones de las ciencias que realiza el INEE y la propia organización de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) con su prueba PISA. Finalmente, se hablará sobre la necesidad de avanzar a evaluaciones que se sustentan en modelos cognitivos y que se administran por computadora.

Las evaluaciones de logro escolar proporcionan información útil para que los docentes, directivos, estudiantes y padres de familia tomen decisiones para mejorar los aprendizajes. Los fines para los cuales se utilizará una evaluación determinarán los componentes de las distintas fases de su diseño, de su elaboración y de su interpretación.

TIPOS DE EVALUACIÓN Y SUS OBJETIVOS

En el contexto del aula, los buenos maestros utilizan diversas formas de evaluar a sus estudiantes, usan pruebas, observaciones de los alumnos, proyectos, tareas escritas, conversaciones con estudiantes, entre otros instrumentos para conocer qué es lo que aprenden. Dado que este tipo de evaluación tiene el propósito de ayudar al alumno a aprender, se le llama evaluación formativa. Está muy bien documentado que los

estudiantes aprenden más cuando reciben retroalimentación sobre las particularidades de su trabajo escolar, esto es, digamos una de las premisas importantes. Pero existen otros tipos de evaluaciones, la evaluación sumativa, también en el aula, que sirve para tomar decisiones en el ámbito educativo. Es básicamente realizada para determinar si un estudiante ha alcanzado un cierto nivel de competencia después de haber concretado una etapa de la educación. A este tipo de evaluación se le denomina evaluación de logro o también evaluación sumativa. Alguna de las formas más conocidas de las evaluaciones sumativas son las que utilizan los docentes en sus cursos, tales como los exámenes de fin de curso, los exámenes departamentales o a la mitad del año escolar.

Existen otras evaluaciones que son las evaluaciones externas a la escuela y al salón de clases, usualmente utilizadas

o aplicadas a gran escala, que se suministran por personal externo. A la institución también proporcionan información relevante y comparativa sobre el logro de los estudiantes, cosa que no puede hacer la evaluación dentro del aula debido a que estas evaluaciones se realizan en tiempos muy espaciados y con un desfase temporal a la hora de entregar los resultados. Rara vez proporcionan información oportuna a los profesores y estudiantes que pueda utilizarse para tomar decisiones en el salón de clase, sin embargo, sí lo hacen para las instituciones y para los sistemas educativos de los países.

Recientemente, ustedes lo han visto en la prensa, los tomadores de decisiones empiezan a considerar que las evaluaciones de logro educativo de gran escala representan una herramienta muy poderosa para cambiar lo que sucede al interior de las aulas y de las escuelas. Es un hecho

que en el mundo las evaluaciones ahora son vistas como una forma no solo de medir el desempeño, sino también de poderlo cambiar. Los ejemplos en México existen, como lo son la Prueba ENLACE (Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares) y también la Prueba PISA (Programme for International Student Assessment). En español: Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes), entre otras más.

Aún cuando se cumplan criterios de una evaluación, se debe tener mucho cuidado para no generalizar sus resultados y llegar a conclusiones que no se apoyan en las evaluaciones, por ejemplo, un profesor cuyos alumnos obtienen puntuaciones altas en un examen no necesariamente es mejor que uno cuyos alumnos tienen puntuaciones más bajas. Lo mismo se aplica para las escuelas, la calidad de los insumos, tales como las características de entrada de los estudiantes y los recursos educativos disponibles, deben también ser considerados a la hora de interpretar las evaluaciones o los resultados de las evaluaciones.

VALIDEZ DE LAS EVALUACIONES

Entro a un aspecto que es crucial en el término de evaluación: la validez de las evaluaciones. Para que sean útiles, las evaluaciones de aprendizaje deben de ser validas, confiables y equitativas. Sin embargo, todavía no hay un acuerdo universal en términos de qué es eso de la validación, que es fundamental para las evaluaciones.

Les voy a leer dos de las interpretaciones o de las definiciones más utilizadas. La primera viene de los Estados Unidos, dice que la validez se sustenta en las evidencias empíricas y en la teoría que da sustento a las interpretaciones de los resultados de las evaluaciones; en pocas palabras, ponen énfasis en las interpretaciones y usos de las evaluaciones. Hay una escuela europea muy conocida, de Holanda, que dice que una prueba es válida para medir un atributo, por ejemplo, una

competencia, un conocimiento o un saber, sí y solo si el atributo primeramente existe y si las variaciones de la medición son producidas causalmente por las variaciones en los atributos. Lo que quiere decir es que si existe un atributo y nosotros lo vemos reflejado en las evaluaciones, esto es un síntoma de la validez de las pruebas. Y van a ver que la validez es un punto central, muchas veces no se toma en consideración como se debería de hacer, pero es muy importante y lo quiero resaltar en todo mi trabajo.

LA EVALUACIÓN COMO EVIDENCIA

Entonces, una evaluación es una herramienta diseñada para observar el comportamiento de los estudiantes y generar información útil para concluir sobre lo que saben y lo que pueden hacer. La evaluación nos dice qué tipo de evidencia está disponible para dilucidar acerca de las competencias de las personas examinadas. Lo que uno cree acerca de la naturaleza del aprendizaje influirá sobre los tipos de datos de evaluación que se buscan y sobre las inferencias que se puedan deducir.

Peregrino y colaboradores nos muestran un modelo muy importante, que para mí es básico, en este planteamiento. Él dice que existen tres elementos, habla de un triángulo de la evaluación, yo lo puse como un modelo para que ustedes vean más claramente que primero debe existir un modelo de cognición, ahorita defino que es esto, después un modelo de observación y luego un modelo de interpretación. El modelo de cognición abarca los otros dos elementos y el modelo de observación abarca el modelo de interpretación.

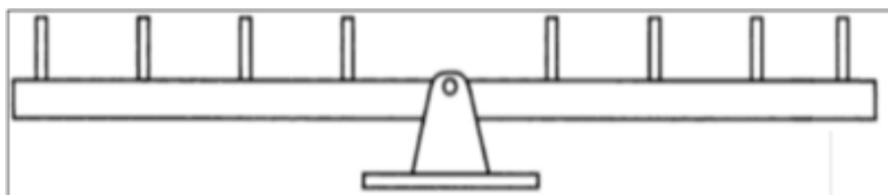
Un modelo de cognición del estudiante debe contener dos niveles de especificidad, un modelo general de cómo se aprende y uno que explique el aprendizaje en un dominio específico. Por ejemplo, la comprensión de las fracciones. El modelo de observación

debe buscar y debe basarse en las creencias y supuestos acerca de los tipos de evidencias de las competencias de los estudiantes que la evaluación debe proporcionar, es decir, el modelo de observación debe estar alineado con el modelo de cognición, mientras que el modelo de interpretación debe servir para encontrar sentido a la información que proporciona la evaluación y de ahí interpretar adecuadamente en el contexto del modelo que nosotros especificamos previamente.

El componente de la cognición o de la parte intelectual en el diseño de una evaluación se refiere a una teoría o a un conjunto de creencias acerca de cómo los estudiantes representan el conocimiento. La evaluación será más eficaz si el diseñador de la evaluación comienza con un modelo cognitivo del aprendizaje muy explícito y claramente conceptualizado, cosa que rara vez sucede en las evaluaciones. Este modelo debe reflejar la explicación científica más verosímil sobre la forma en que los estudiantes representan los conocimientos y se vuelven expertos en un dominio.

"La evaluación nos dice qué tipo de evidencia está disponible para dilucidar acerca de las competencias de las personas examinadas. Lo que uno cree acerca de la naturaleza del aprendizaje influirá sobre los tipos de datos de evaluación que se buscan y sobre las inferencias que se puedan deducir."

FIG.1
Backhoff Escudero, E. Modelos Cognitivos en la Evaluación de las Ciencias. Presentación en PPT. Noviembre, 2013. <http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/backhoff.pdf>



Les voy a poner un ejemplo, que me parece muy representativo de lo que les estoy diciendo. Sigler en los años 70 examinó cómo las personas desarrollan una comprensión de los componentes subyacentes al principio que él le llamo "esfuerzo de torsión" que en ingeniería también se conoce como torque, no se preocupen, ahorita lo voy a explicar. Presentó a niños de diferentes edades el tipo de balanza que se muestra en esta figura:

Incluye un punto de apoyo que rota y que se le denomina "fulcro", es decir que la balanza se puede inclinar de un lado o hacia otro lado. Este experimento dice que el brazo de la balanza se puede inclinar a la izquierda o a la derecha o bien permanecer nivelado dependiendo de cómo los pesos sean dispuestos o colocados en las clavijas, ahí se colocan los pesos. La tarea del estudiante es predecir el comportamiento del brazo de la palanca, hacia donde se va ir, hacia un lado, hacia otro lado, aquí es muy importante las variables que influyen en el resultado, la cantidad de peso

de cada lado y la distancia del peso del punto de giro. Para resolver estos problemas se debe saber combinar proporcionalmente el peso con la distancia, digamos, es un experimento de física muy, muy conocido.

Él encontró 4 reglas, que son muy importantes, a raíz de sus investigaciones. La primera regla dice: si el peso es el mismo en ambos lados, se predice que se equilibrará la balanza. Si el peso es diferente, se predice, se inclinará al lado con más peso, es decir, es una regla casi de sentido común que muchos estudiantes utilizan.

La regla 2 dice si un lado tiene más peso, se predice que la balanza se inclinará a este lado. Si los pesos de los dos lados son iguales, se elegirá el lado que tiene el peso más lejos del punto. Esa es otra regla también sencilla que utilizan mucho los estudiantes.

Finalmente hay 2, 3 reglas más, mencionaré la penúltima para ahorrar tiempo y dice: Si tanto el peso como la distancia son iguales, se predice que la balanza quedará equilibrada; si un lado tiene más peso o distancia y los 2 lados son iguales en la otra dimensión, se predice que pasara al lado con mayor valor en la dimensión desigual. Ahí me voy a quedar porque lo importante es que el experimento de Sigler lo que produjo fueron cuatro reglas muy bien definidas que pueden explicar

las respuestas de los estudiantes en el experimento o en el conocimiento de las palabras y para ello diseñó 6 problemas. Básicamente los problemas están definidos y diseñados para ver qué regla de estas 4 utiliza el estudiante. Aquí lo van a ver ustedes:

PROBLEMAS DISEÑADOS PARA OBSERVAR LAS REGLAS QUE SE UTILIZAN EN EL BALANCEO (1)

1. Problemas de equilibrio: la misma configuración de pesos en las clavijas a cada lado del fulcro.
2. Problemas de peso: cantidades desiguales de pesos, equidistantes entre el fulcro.
3. Problemas de distancia: iguales cantidades de pesos, diferentes distancias del fulcro.
4. Problemas de conflicto de peso: un lado con más peso, al otro lado con el peso más lejos del fulcro, y la balanza se inclina del lado con mayor peso.

PROBLEMAS DISEÑADOS PARA OBSERVAR LAS REGLAS QUE SE UTILIZAN EN EL BALANCEO(2)

5. Problemas de conflicto de distancia: un lado con más peso, al otro lado con más distancia, y el la balanza se inclina del lado con la mayor distancia.
6. Problemas de conflicto de balanceo: el conflicto habitual entre peso y distancia, donde hay un equilibrio en la balanza.

Esta es la balanza y estos son los problemas que puso Sigler:

INTERPRETACIÓN

Tipo de problema	Reglas			
	I	II	III	IV
Balanza	100	100	100	100
Peso	100	100	100	100
Distancia	0	100	100	100
Conflicto peso	100	100	33 (R: Azar)	100
Conflicto Distancia	0	0	33 (R: Derecha) (R: Derecha) (R: Azar)	100
Conflicto balanceo	0	0	33 (R: Derecha) (R: Derecha) (R: Azar)	100

FIG.3
Backhoff Escudero, E. Modelos Cognitivos en la Evaluación de las Ciencias. Presentación en PPT. Noviembre, 2013. <http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/backhoff.pdf>

que había comprendido la relación entre el peso y la distancia del fulcro podía resolver al 100% todos los problemas de que ponían independientemente de que tuvieran conflictos o diferentes pesos a diferentes distancias.

Rápidamente voy a pasar a ponerles un ejemplo. Un reactivo que utiliza la prueba EXCALE, una de las pruebas del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, donde dice que una mujer tiene su ciclo menstrual regular, empezó su menstruación el 4 de septiembre aproximadamente ¿en que día ocurrirá la ovulación? Ponen un calendario y el estudiante tiene que

FIG.2
Backhoff Escudero, E. Modelos Cognitivos en la Evaluación de las Ciencias. Presentación en PPT. Noviembre, 2013. <http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/backhoff.pdf>

COMENTARIOS

“Una de las demandas actuales, que nos va a exigir ser mucho más innovadores es la conciliación entre las evaluaciones en gran escala de los alumnos y maestros con las evaluaciones dentro del aula. Pero lo que sí es muy importante decir, es que dichas evaluaciones tienen distintos propósitos y por lo tanto distintas formas de abordarse. Si la evaluación de gran escala quiere tener una fotografía de un sistema educativo, seguramente va a ser distinta a la evaluación del salón de clase que quiere conocer qué es lo que los estudiantes han aprendido y lo que no han aprendido.”



“La evaluación, el desarrollo de las ciencias y la enseñanza de las ciencias han recorrido caminos distintos en muchos casos. Son pocas las experiencias (sí las hay y muy interesantes), en donde los especialistas en alguna de las ciencias, digamos biología, física, química, han llegado muy de la mano con la enseñanza de las ciencias y luego con la evaluación de los aprendizajes de los conceptos científicos. Por lo tanto, no tenemos una teoría bien desarrollada respecto a cómo los estudiantes aprenden, que pueda ser trasladada al salón de clase y que del salón de clase salga información importante de las evaluaciones que hace el maestro para que pueda corregir lo que los estudiantes no han podido aprender a tiempo.”

Necesitamos entonces trabajar de la mano. El salón de clase es un lugar, un laboratorio por decirlo de esa manera, muy importante para trabajar. Pero también hay otros espacios como los museos de ciencias donde científicos, profesores y especialistas en el aprendizaje pueden trabajar perfectamente juntos para dilucidar cómo es que los estudiantes aprenden o por qué es que no aprenden.

Aunque todos tenemos la misma intención (evaluadores, profesores, científicos), de que los aprendizajes se logren en los estudiantes, la falta de cooperación y entendimiento o la falta de oportunidades para trabajar conjuntamente no nos han permitido este desarrollo de teorías, hipótesis, metodologías que nos puedan ayudar a lograr estos aprendizajes.”



Eduardo Backhoff Escudero

FIG. 4
Backhoff Escudero, E., Modelos Cognitivos en la Evaluación de las Ciencias.
Presentación en PPT.
Noviembre, 2013. <http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/backhoff.pdf>

EJEMPLO DE UN REACTIVO DE EXCALE NIVEL AVANZADO

Una mujer que tiene un ciclo menstrual regular empezó su menstruación el 4 de septiembre. ¿Aproximadamente, en qué día ocurrirá la ovulación?

Septiembre						
	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

- a) El 4 de septiembre
- b) El 28 de septiembre
- c) Entre el 10 y el 12 de septiembre
- d) Entre el 15 y el 21 de septiembre

Otro ejemplo muy distinto es el de las ciencias que utiliza PISA en la cual dice: "Las estatuas llamadas cariátides fueron erigidas hace más de 2,500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol que está compuesto de carbonato de calcio. En 1980 las estatuas originales estaban corroídas por la lluvia ácida." Esa es digamos la base de la pregunta. Una pregunta dice: La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo de dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida

que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno ¿de dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire? Esto es una pregunta mucho más compleja que la anterior y además si ustedes ven, la pregunta no es de opción múltiple, sino que el estudiante tiene que redactar la respuesta y tiene que poner en juego sus habilidades cognitivas.

Estas son muy distintas, pero las dos son muy distintas de la anterior de Sigler en donde él anticipadamente dice "el aprendizaje ocurre de esta manera, el estudiante puede o no adscribirse, o tener una regla de las cuatro que ya se investigó y por lo tanto el que tiene una de esas reglas y la aplica podrá ser capaz de resolver tales o cuales problemas."

EJEMPLO DE UNA FAMILIA DE PREGUNTA DE PISA DE CIENCIAS NATURALES

...las estatuas llamadas Cariátides, ...fueron erigidas... hace más de 2,500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol, ...[que] está compuesto de carbonato de calcio. En 1980 ...las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



FIG. 5
Backhoff Escudero, E. Modelos Cognitivos en la Evaluación de las Ciencias. Presentación en PPT. Noviembre, 2013. <http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/backhoff.pdf>

Bueno, concluyo: Las fortalezas de las evaluaciones residen en su adhesión a las teorías del aprendizaje; sus limitaciones se reflejan en la medida en que no logran capturar la amplitud y riqueza de la competencia que se evalúa. Usualmente esa es una crítica que se les hace a las evaluaciones, no capturan lo importante. Hay preocupación sobre si las evaluaciones utilizadas capturan la complejidad del aprendizaje que se enfatiza en la actualidad, que son niveles de aprendizaje, de razonamiento, de comprensión, de aplicación, o de altos niveles de aplicación. Desgraciadamente, muchas evaluaciones no se centran en los aspectos cognitivos que las investigaciones indican, no se diseñan para capturar los aspectos críticos de comprensión del aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, aunque hay una gran diferencia entre las evaluaciones de PISA y las que hace el Instituto -las que hace el INEE están alineadas al currículum, las que hace PISA no están alineadas al currículum- ninguna de las dos que yo les mostré utiliza modelos cognitivos explícitos, como los propuestos por el señor Sigler.

Para poderlo hacer se requeriría lo siguiente:

1. Adoptar un modelo cognitivo eficaz para evaluar cada una de las competencias científicas de interés, y



2. Trascender del formato de lápiz y papel, yo diría, a uno computarizado que permita la evaluación de habilidades cognitivas en aplicaciones tanto de pequeña escala como de gran escala.

Hoy en día existen lo que llamamos generadores automáticos de exámenes o reactivos que permiten producir estos exámenes que se basan en modelos cognitivos, con lo cual se puede avanzar considerablemente en materia de evaluación de la ciencia. Esto de los generadores automáticos de reactivos no se los voy a explicar hoy, pero si me invitan el próximo año, con mucho gusto lo haré. Gracias.*

* Transcripción de participación.

"En la Academia Mexicana de Ciencias existe un programa que se llama la Ciencia en tu Escuela dedicado al desarrollo profesional de los docentes. Hemos tenido en diez años una cultura de la evaluación que no ha sido fácil ni bien entendida por todos hasta que la cultura se ha venido asentando a lo largo del tiempo. (...) por ejemplo, en un ambiente de aprendizaje indagatorio es necesario el diálogo, el lenguaje forma al pensamiento y es importante que estemos dialogando y que también aprendamos a escuchar, observar, tener paciencia."

"En el programa se evalúan los materiales, el desempeño del asesor; el asesor a su vez evalúa las actividades de aprendizaje de los profesores y aplica una evaluación sumativa con un proyecto. (...) Otra cosa que evaluamos son las actitudes de los profesores hacia las ciencias y las matemáticas con un cuestionario que se aplica antes y después de la intervención. Tenemos resultados sorprendentes. Por ejemplo hay maestros que nos decían que se sentían con muchas dificultades para abordar un problema matemático o un reto de ciencias naturales y por eso no dejaban su libro de texto. Al final de la intervención, los maestros nos dicen que esa percepción ha mejorado, ahora sienten más fortalezas."

"La autocrítica es la primera forma de evaluación. Uno no debe perder de vista cuál es el objetivo de enseñanza y ser sensible ante las necesidades del grupo. Si el maestro que está al frente es sensible a las necesidades del grupo, puede escuchar y tal vez plantear la situación de aprendizaje de otra manera, entonces responde a una evaluación in situ. Eso permite seguir adelante, detenernos o modificar lo que hacemos. La autocrítica es la primera consigna que debemos tener para la evaluación."

"No podemos decir que la relación que existe entre la motivación del profesor con el resultado del aprendizaje es directa, pero sí hay una gran influencia entre la motivación por aprender del profesor con lo que sucede con sus alumnos. Algo que debemos procurar es que los maestros se sientan tan inteligentes como lo son, que pueden aprender la ciencia, que si tuvieron una trayectoria escolar no muy afortunada sientan que nunca es tarde para aprender ciencia y que los maestros no terminamos de aprender."



Alejandra González

Cómo se evalúa la enseñanza de la ciencia en contextos nacionales e internacionales: el caso de Primary Connections, Australia

SHELLEY PEERS

Una investigación realizada en 2012 sobre los resultados del Programa de enseñanza de la ciencia Primary Connections, en Australia, muestra el impacto positivo de la aplicación del método indagatorio de enseñanza de la ciencia en el desempeño de maestros y alumnos de educación básica. Enganchar (Engage), Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar, son los nombres de las cinco fases que conforman el efectivo modelo conocido como Modelo de las 5E.

Agradezco a los organizadores la invitación para compartir la conferencia con ustedes.

Mi programa se desarrolla desde la Academia de las Ciencias. Lo siguiente servirá de contexto acerca del sistema escolar en Australia y puede ayudarles a interpretar aquello de lo que les hablaré hoy.

En Australia hay ocho estados y territorios, la mayoría de las personas viven en las áreas costeras, particularmente en el litoral del Este. Hay poco menos de ocho mil escuelas primarias, 126 mil maestros de primaria y en promedio 30 alumnos por grupo.

El programa que dirijo se llama Primary Connections Linking Science to Literacy (Conexiones Primarias para Vincular la Ciencia con el Conocimiento) con el siguiente objetivo:

"Mejorar los resultados de aprovechamiento y conocimiento en ciencias al desarrollar programas de aprendizaje profesional apoyados por recursos curriculares de calidad que

mejoren la confianza del maestro y su competencia para enseñar ciencias."

El programa lleva ya ocho años de actividad y consiste en dos partes principales, de manera muy semejante a lo que ocurre con muchos programas para la educación científica alrededor del mundo.

Hemos desarrollado un programa de aprendizaje profesional que consiste en diez módulos para trabajar con maestros y facilitadores. También existe un paquete de treinta y un unidades de trabajo que abarcan los seis grados de la escuela primaria.

Esto se desarrolla con fondos del gobierno australiano. El monto total ha sido de aproximadamente 11,200 millones de dólares a lo largo de esos (ocho) años. En vista de que los recursos provienen de los contribuyentes, tenemos la obligación de monitorear y evaluar nuestros resultados.

Por ello, hay un programa que comisiona la evaluación e investigación

totalmente independientes y externas.

Existen más de veinte reportes de investigación en inglés que se pueden consultar en nuestra página web: <https://primaryconnections.org.au>

Mi presentación de hoy se refiere a una de las más importantes de estas investigaciones. Se realizó en 2012.

La gráfica de la siguiente página muestra la penetración de nuestro programa en Australia.

Aquí pueden ver los períodos y el ritmo con el que la gente ha adoptado la metodología con la que hemos trabajado con ellos. Este abordaje ya se está usando de un modo u otro en 62% de escuelas primarias de Australia, más en algunas escuelas que en otras.

Voy a hablar de por qué elegimos realizar esta investigación en particular, que se basa en el modelo de enseñanza y aprendizaje de nuestro programa. Este modelo se llama "las 5E". Les

explicaré brevemente en qué consiste. Les describiré lo que se hizo en la

ficar los materiales.

Así pues, contábamos con una enorme

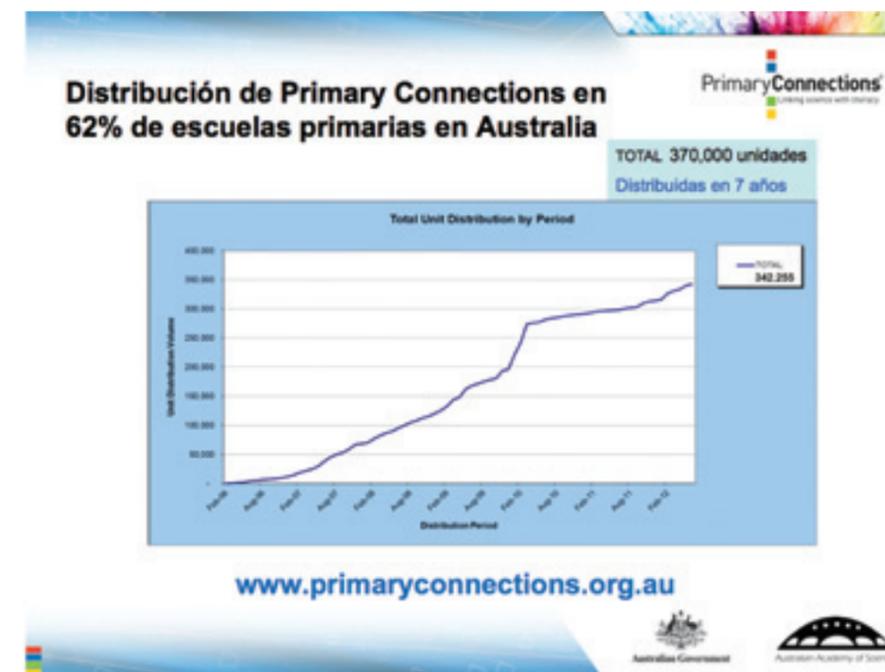


Fig. 1
Peers, S. Primary Connections case – Australia. PPT Presentation
<http://innovec.org.mx/home/images/PresentacionesVIIConferencia/peers.pdf>

investigación, lo que encontramos, las conclusiones y luego, las implicaciones de todo ello.

Primero, ¿por qué comisionamos esta investigación en particular? Este informe se encargó para que rindiéramos cuentas de lo que estábamos haciendo. Habíamos gastado mucho dinero y (más importante desde mi punto de vista), mucha energía en nuestro trabajo para desarrollar este programa, por lo que teníamos que monitorear continuamente el impacto que estábamos teniendo, además de seguir mejorando la enseñanza.

Contábamos con una gran cantidad de información derivada del proceso que empleamos para desarrollar el programa. Nuestras 31 unidades de trabajo, una vez que las íbamos desarrollando, se aplicaban en las escuelas de Australia. Como parte de este proceso de pruebas, los maestros nos proporcionaron retroalimentación por escrito acerca de cada una de las unidades, misma que luego se utilizó para modi-

cantidad de retroalimentación que nos abrió muchas perspectivas de la práctica docente. Nos acercamos entonces a un investigador de la Universidad Southern Cross en Australia, para que revisara el impacto del ciclo de aprendizaje de las 5E que apuntalaba nuestro programa.

Para que ustedes puedan entender algunos de los hallazgos, rápidamente explicaré en qué consiste el modelo de las 5E.

EL MODELO DE LAS 5E

El modelo de las 5E es de naturaleza instruccional; esto es, una secuencia de aprendizaje planeado que se diseñó para ayudar a los estudiantes en su razonamiento a fin de que desarrollen un mejor entendimiento. El modelo de las 5E original fue desarrollado por Roger Bybee en Estados Unidos de América. Trabajamos con ese modelo durante ocho años durante los cuales desarrollamos un modelo mejorado del mismo. No obstante, hoy no entraremos al detalle del modelo ya que

es muy extenso; basta con conocer las 5E. Me parece que aquí en México comúnmente se usa un modelo de cuatro fases; existen muchos modelos similares que se basan en métodos de indagación. En nuestro caso, usamos el de las 5E y como verán, nos resultó bastante eficaz:

ENGANCHAR (involucrar, captar) el interés del estudiante
EXPLORAR actividades prácticas
EXPLICAR utilizando ideas científicas
ELABORAR investigaciones planeadas por los estudiantes
EVALUAR los productos del aprendizaje de los alumnos

Lo que es indispensable recordar, y que además sirve para interpretar algo de la retroalimentación de los investigadores, es que se siguió esta secuencia. Verán que EXPLICAR se encuentra en medio y, más importante: ENGANCHAR se encuentra primero. De esta manera, se ENGANCHAN, EXPLORAN y EXPLICAN antes de que los alumnos adquieran lo que han estado aprendiendo a fin de ELABORAR (investigar) sobre ello, y luego viene la EVALUACIÓN.

De este modelo tenemos varias expectativas acerca de lo que hablarán y harán los docentes y alumnos en sus aulas. Esto, precisamente es de lo que trata nuestra investigación.

LA INVESTIGACIÓN

En relación a nuestras preguntas de investigación, queríamos conocer qué entendían los maestros del modelo de las 5E, cómo lo implementaban y si había factores que obstaculizaban o les ayudaban a enseñar con eficacia.

Lo que lograron los investigadores fue un trabajo bastante sustancial. Analizaron el contenido cualitativo de la retroalimentación escrita de 200 maestros, compilada a lo largo de siete años (de 2005 a 2012) acerca de 16 unidades en particular. Este material consistió en casi tres mil declaraciones de los maestros. De manera que el trabajo realizado fue mayúsculo.

Los investigadores emplearon varias ópticas para su análisis; de hecho, tres principales. Consideramos los objetivos de las fases en las 5E que comenté anteriormente. Después estudiamos los roles maestro-alumno esperados en un método de indagación basado en los trabajos realizados por Wynne Harlen. El tercer marco de referencia consistió en estudiar la retroalimentación de los maestros en relación con lo que habíamos identificado como componentes que apoyan la enseñanza y el aprendizaje efectivo basado en la indagación.

HALLAZGOS

Además de este análisis documental, se realizó una encuesta bastante pequeña entre aproximadamente la mitad de los maestros que habían participado en este análisis, pero hoy no tocaré este tema.

La investigación se reportó en cinco categorías principales. Hablaré de cada una de ellas:

- I. Implementación general del modelo de las 5E
- II. Implementación de los objetivos de las fases de las 5E
- III. Perspectivas sobre los roles del maestro y alumno (Harlen, 2009)
- IV. Componentes del aprendizaje efectivo en ciencias (Sis Tytler, 2003)
- V. Otros temas

“Es importante tener en cuenta que aprendemos mucho más de los desafíos que de los éxitos. Yo exhorto a mi personal a que vea la retroalimentación positiva una vez y la negativa, nueve veces.”

La primera: la implementación general del modelo para la enseñanza indagatoria. En cada una de estas cinco categorías comentaré lo que resultó positivo y aquello que se convirtió en un reto para los maestros. Espero que esto les dé algunas perspectivas de los retos que enfrentamos con los métodos por indagación.

En el caso de la implementación en general, encontramos que resultó muy positivo para los maestros usar un marco para su planificación. Ciertamente, fomentó mucha autonomía entre los estudiantes el emprender su propio aprendizaje. De hecho, encontramos que en algunas de las clases los estudiantes llegaban a decirles a sus maestros, por ejemplo: “No. Estamos en la fase de enganchar. Haré lo que me pide después, por el momento voy

a involucrarme”. De esta manera los estudiantes comenzaron a tomar el control sobre su aprendizaje.

También hubo muchos casos en los que los maestros tomaron este modelo de planificación para enseñar ciencias y lo emplearon en otras áreas del plan de estudio. Esto resultó muy alentador para nosotros. Comenzaron a apreciar que para un buen aprendizaje de las ciencias no basta con la experiencia práctica y el involucramiento.

En seguida hablaré de los retos que encontramos, pero primero quisiera hacer un comentario. Pienso que es importante tener en cuenta que aprendemos mucho más de los desafíos que de los éxitos. Yo exhorto a mi personal a que vea la retroalimentación positiva una vez y la negativa, nueve veces. Así, por cada diez veces que consultábamos la retroalimentación teníamos más que aprender de lo que nos dijeron los maestros que no funcionaba bien, que de aquello que había tenido mucho éxito.

Por supuesto que como redactores de las unidades sentimos una tentación muy fuerte de leer lo que salió bien, y aquello que a los maestros les pareció sensacional nueve veces y leer solo una vez aquello que salió mal; o incluso decir “bueno, es que el maestro es el problema”. Por ello tuvimos que alentar a nuestro equipo a que invirtieran la proporción.

Siempre que nos encontrábamos con una retroalimentación negativa nos esforzamos por cambiar lo que se había hecho.

Los retos que detectamos fueron: el tiempo que le tomó a los maestros implementar estas unidades. Las primeras unidades que redactamos, terminamos por reducirlas a la mitad. ¿Qué es lo que sucede con las unidades de ciencias modernas? Con frecuencia gente con una pasión enorme vierte en ellas (las unidades de estudio) todo lo que les parece importante acerca de la ciencia, el maestro en el aula no puede con todo. Así, aprendimos una gran lección en el primer año: que todo lo que hiciéramos tenía que ser alcanzable y tenía que dejar tanto al maestro como a los estudiantes una sensación de éxito.

Otra cosa que descubrimos es que cuando los maestros se estresaban comenzaban a omitir fases del modelo de enseñanza y aprendizaje. Existen bastantes investigaciones que indican que cuando eso sucede, el aprendizaje no resulta tan efectivo.

Lo siguiente que se consideró fue la implementación de los propósitos u objetivos de las fases.

Ahora, hablemos de lo que estábamos haciendo mucho muy bien: los maestros eran muy buenos para enganchar a los estudiantes y éstos fueron muy buenos para engancharse.

Los estudiantes resultaron muy buenos para la exploración. Les encanta arreglar cosas, tener la oportunidad de practicar con algo. Asimismo, hallamos que en la fase de la evaluación los estudiantes eran muy buenos para revisar su aprovechamiento.

Sin embargo, algunas de las cosas que no se hicieron tan bien surgieron en la fase de enganchar. Por ejemplo, a los maestros les resultó muy difícil hacer que los estudiantes formularan preguntas. De acuerdo con la retroalimentación, esto se debió a que sentían temor por lo que tendrían que hacer con esas preguntas una vez que las formularan

los alumnos. Sin embargo, una parte clave de la indagación radica en que cuando los alumnos se apropian de la pregunta su aprendizaje es más profundo.

Otro hallazgo fue que a los alumnos se les hizo muy difícil comparar sus ideas con las de otras personas y, por supuesto, este es un componente esencial del aprendizaje. Si alguien quiere mejorar lo que piensa, necesita comparar su pensamiento con el de otra persona. Los estudiantes requieren mucho apoyo para hacerlo.

Bien, el tercer hallazgo: perspectivas sobre los roles maestro-alumno.



“En los medios de comunicación en Australia, frecuentemente se comenta: “El problema con la educación en ciencias en las escuelas es que debemos mantener el interés de los estudiantes por la ciencia.” El problema no es el interés de los estudiantes por la ciencia, el problema es lo que hacemos con los estudiantes cuando les enseñamos ciencia en la escuela. Claramente, el problema empeora mientras los estudiantes avanzan en los diferentes años escolares.

Hay un estudio del Instituto de Ingeniería en Inglaterra en el que un gran número de ingenieros fueron entrevistados acerca del momento en que ellos desarrollaron por primera vez su interés por la ciencia y el pensamiento científico. Hubo pruebas sustantivas que mostraron que a menos que los estudiantes hubieran cambiado su percepción de la ciencia como una disposición y como una manera de pensar a la edad de 11 años, ellos probablemente nunca lo harían. Para la edad de 14 años ya es demasiado tarde. Así, podemos ver lo crítico que es aquello que hacemos con los estudiantes en los primeros años de su educación básica.”

“Mientras hablamos de maneras de ayudar a los maestros, una pequeña frase atraviesa mi mente: materiales educativos 'a prueba de maestros'. Esta es una frase que se usa en Australia para referirse al momento en que el sistema educativo trata de ayudar a los maestros; el sentido de profesionalismo desaparece y todo se hace 'a prueba de maestros'. Es como si el maestro no pensara, como si no fuera un profesional. Cuando se les entregan los materiales se asume que si el maestro hace todo lo que se les dice todo estará bien con los estudiantes. bajo esta óptica no se valora la capacidad del maestro ni su profesionalismo.”

“Pienso que una iniciativa debe ir más allá de la idea de que el maestro no es importante. Lo sustancial es que ayudemos al maestro a desarrollar sus capacidades y a comprometerse con el aprendizaje del estudiante, no se trata de hacer materiales a prueba de maestros.”



Shelley Peers



Desde el punto de vista constructivista encontramos niveles altos de aprendizaje activo, pero bajos de alumnos que proporcionaban la comprobación de sus razonamientos.

Descubrimos que en gran parte esto se debía a que los maestros tampoco estaban seguros de cómo hacer esto

bien. Por ello tuvimos que aumentar el apoyo que le proporcionábamos a los maestros en esa área. Además, hallamos que a los alumnos les resultaba muy difícil modificar sus ideas a la luz de evidencia nueva. Ellos ya tenían una idea antes de realizar una prueba o comprobación.

Cuando hacían la comprobación y los resultados no confirmaban sus ideas, ellos mismos decían: "seguramente hice esto mal" y les costaba mucho trabajo aceptar que tal vez su idea inicial no era correcta. Y esto, nuevamente constituye una de las bases del aprendizaje. De modo que mejoramos el andamiaje que le estábamos proporcionando a los maestros para que ellos pudieran ayudar a los estudiantes a ponderar esas ideas.

Desde la perspectiva de la indagación, encontramos que el espíritu de la indagación es fuerte, pero un aspecto negativo de esto es que se dieron muchas más investigaciones guiadas por maestros que las dirigidas por los alumnos. Descubrimos que a los maestros les toma dos o tres años lograr un nivel de confort suficiente para involucrarse en esto.

Otra perspectiva es la del lenguaje. A los niños australianos les encanta hablar. Ellos no tuvieron problema alguno con esto. La cuestión, sin embargo, es la calidad de lo que se habla. Hubo mucho enfoque sobre la expresión de los estudiantes, pero no tanto sobre escuchar a otros expresar sus ideas para ayudar a encuadrar su aprendizaje.

Por último, desde la perspectiva de la evaluación descubrimos algunos resultados muy buenos. Sin embargo,

algunos de ellos no fueron constantes. Por ejemplo, uno de estos resultados buenos fue que los maestros tienen mucha confianza para evaluar el aprendizaje de conceptos acerca del contenido, pero no evaluaban tan bien la capacidad de indagación o los procesos científicos de sus alumnos.

Tenemos también la evaluación formativa. Los maestros son muy buenos para evaluar en dónde se encontraban los estudiantes, pero no sabían qué hacer con esa información. Una vez más, incorporamos esto explícitamente en las unidades de trabajo que proporcionaremos.

Muy bien: los componentes de la enseñanza y el aprendizaje eficaces. De lo más destacado que se halló es que los estudiantes estaban activamente involucrados con ideas. Comenzaban a involucrarse con ideas acerca de la evidencia o comprobación. Además estaban desarrollando una comprensión profunda; estaban dejando de hacer superficialmente las cosas y acercándose a aprender realmente.

De una manera u otra, se descubrió que todos los elementos que usamos como marco de referencia del aprendizaje y enseñanza efectivos resultaron evidentes.

Hablemos acerca de otros temas. Las creencias de los maestros impactan la manera en que eligen operar en el aula. Vimos que esto daba lugar a que

los maestros modificaran el método de la indagación antes de comprenderlo. Vimos que solían abandonar o adaptar los pasos de las lecciones, incluso lecciones completas; o bien que cambiaban el orden de las fases.

Una vez que los maestros comprenden el modelo, consideramos que parte de su profesionalización consiste en que ellos asuman el control sobre la enseñanza en el aula. No obstante, los maestros hacían esto sin comprender plenamente por qué tomaban estas decisiones, lo que disminuía la calidad del aprendizaje.

Otro hallazgo sorprendente es que las expectativas que tenían los maestros acerca de las actividades que sus alumnos encontrarían interesantes frecuentemente estaban equivocadas en ambos sentidos: aquello que los maestros pensaron que sus alumnos consideraría aburrido y laborioso les encantaba, y aquello que los maestros esperaban que sus alumnos encontrarían emocionante, les aburría. De manera que esto también nos enseñó mucho sobre cómo debíamos de armar las unidades.

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Ahora pasemos a las conclusiones. En general, en este estudio descubrimos que los maestros de primaria de Primary Connection que usaron este modelo

de las 5E tuvieron una influencia muy real y positiva.

Otro hallazgo consistió en la importancia del lenguaje como herramienta para el aprendizaje, tanto para que los estudiantes representaran lo que saben como para que ellos a su vez aprendieran cosas.

Para desarrollar materiales que sirvan como recursos vimos que el aprendizaje de la ciencia tiene que ser algo más que la mera realización de actividades. Por otro lado, tenemos que limitar la cantidad de trabajo que esperamos que se realice.

Encontramos que si tomaba más de diez horas realizar una unidad de trabajo, los maestros comenzaban a omitir cosas diciendo que sencillamente no podían completar todo el volumen de trabajo.

Algo más que pudo desprenderse de comentarios anteriores es que el objetivo de la fase en la que se esté produciendo el aprendizaje debe ser muy claro y debe aparecer en la literatura.

MENSAJES PARA LOS DIRECTORES DE ESCUELAS Y SISTEMAS EDUCATIVOS

En toda nuestra investigación la única área que vimos que constituía un reto es la de los directores de las escuelas. Esto se debe a que ellos no tienen tiempo para involucrarse en aquello que exactamente estamos tratando

"Un proyecto europeo, que ha tenido mucho éxito en Suecia, se llama Fibonacci: <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/>

Producto de este proyecto es un folleto llamado 'Herramientas para Mejorar la Indagación en la Educación de las Ciencias'. Con estas herramientas, se desarrolló un curso de capacitación para maestros que estamos probando en estos momentos. Usamos tres preguntas:

- ¿Cómo recolecto los pensamientos y experiencia de los estudiantes?
- ¿Cómo trabajo con los estudiantes para que caigan en cuenta e identifiquen como llevar a cabo la observación al hacer experimentos?
- ¿Cómo pueden los estudiantes demostrar su aprendizaje y sentir confianza en él?

Trabajamos con estas preguntas en el aprendizaje por colaboración. (...) Algo que tenemos en mente es enfocarnos en los maestros para asegurar que todo el tiempo los estudiantes queden en el centro del proceso. (...) Procuramos poner por delante métodos que prioricen el conocimiento y las habilidades profesionales y respondan a la demanda doble de teoría y práctica. (...) Tratamos de ayudar a los maestros a aprender de manera autorregulada.

La evaluación formativa siempre tiene por objetivo ayudar al estudiante o al maestro en su capacitación. Cuando se usa la evaluación formativa en el aprendizaje colegiado constituye un ejemplo de cómo se puede desarrollar la educación en ciencias basada en la indagación y el aprendizaje formativo."

"Mantengan expectativas altas de sus colegas y alumnos para obtener los mejores resultados posibles. Además, es importante que encuentren un foro donde puedan compartir con sus colegas, con los directores de escuela, con los padres de familia y con los medios los buenos ejemplos de aprendizaje; buenas prácticas de cuando la gente y los estudiantes están aprendiendo para el futuro."

"Queremos que nuestros estudiantes sean innovadores, creativos, curiosos, que encuentren soluciones, que tengan oportunidades de formar parte de una sociedad democrática y podamos brindarles la mejor y más efectiva educación con la enseñanza de la ciencia basada en la indagación y con el aprendizaje formativo. Sabemos esto y por lo tanto cada decisión que tomemos es muy importante"



Ulrika Johanson

de ayudar a los maestros a hacer, y sin embargo no aprecian todo el tiempo que toman todo el apoyo que requieren los maestros.

Otra consideración es que los directores se enfocan más en el conocimiento y la aritmética, de manera que falta mucho por hacer para ayudarles a conocer los métodos por indagación. Creo que esto exige tiempo.

Ellos necesitan una oportunidad para su aprendizaje profesional. Necesitan tiempo para prepararse y para reformar su práctica. Por ello, el mensaje para los directores de escuela y los sistemas educativos es que las iniciativas deben mantenerse y no abandonarse, como tampoco deben de iniciarse y detenerse. Esto no ayuda a los maestros.

MENSAJES PARA LOS MAESTROS

Ustedes necesitan fomentar una gama amplia de habilidades para la indagación científica y además necesitan brindar apoyo, especialmente para que haya exámenes justos en las etapas iniciales. Los estudiantes tienen un sentido muy fuerte de lo que es justo. Un niño muy pequeño nos puede decir lo que es justo y lo que no lo es a la hora que se sirve la comida en la mesa. Su sentido de la justicia es muy fuerte. En el contexto de la ciencia esto se traduce en apoyo de parte del maestro. Se necesita introducir

la idea de evidencia explícitamente, de manera en que todos puedan usarla en la toma de decisiones.

Aprender por medio de programas como Primary Connections (quizá exista un programa así en su país) requiere primeramente de campeones. Necesitamos líderes en las escuelas. El trabajo es duro, por eso necesitamos que personas así impulsen las iniciativas.

Necesitamos financiamiento, y este financiamiento debe ser continuo. Necesitamos saber quiénes son los actores clave en puestos de poder. Debemos conocer sus necesidades y ayudarles a entender exactamente lo que estamos tratando de lograr. Necesitamos saber comunicar nuestra visión para que la gente entienda lo que tratamos de hacer y todos los actores nos apoyen.

Necesitamos planear la reforma como una mejora consciente. Este trabajo es arduo, pero muy gratificante.

Tengan presente que involucrar al alumno es quizá lo más fácil. Ellos de por sí tienen una curiosidad innata por el mundo. Los maestros son los que necesitan el apoyo. Muchas investigaciones han demostrado que los maestros constituyen el factor más importante en la escuela para impactar el aprendizaje de los estudiantes.

Voy a repetir esto porque me parece de suma importancia: los maestros

constituyen el factor más importante en la escuela para impactar el aprendizaje de los estudiantes. Por ello el foco tiene que estar en los maestros.

IMPLICACIONES PARA MÉXICO

Me parece que el reto para nuestros colegas mexicanos consistirá en resumir toda la información que van a obtener en esta conferencia, y cómo decidirán un plan de acción que les transforme la educación en ciencias. ¿Qué pueden aprender de los éxitos y fracasos de otros? ¿Qué les impide alcanzar sus metas? ¿Cómo saber cuáles son sus metas y a dónde quieren llegar? Y, ¿podrán resolver cómo llegar?

Muchas gracias por la oportunidad de compartir esto con ustedes.*

"Aprender por medio de programas como Primary Connections requiere primeramente de campeones. Necesitamos líderes en las escuelas. El trabajo es duro, por eso necesitamos que personas así impulsen las iniciativas."



*Transcripción de participación.

COMENTARIOS

"En todas las presentaciones anteriores, observé algunas diferencias en las tendencias y desafíos, pero todos pensamos en una meta en común: mejores opciones de educación para nuestros niños. A este respecto, fue muy interesante escuchar a la gente hablar de aprender a vivir con la complejidad, y no de encontrar soluciones simples."



"Escocia, al igual que ustedes y muchos países del mundo, ha estado reformando sustancialmente sus programas de estudio y evaluaciones. A nuestra reforma le hemos llamado Curriculum for Excellence (el Currículo para la Excelencia). Trabajamos en un modelo que tiene tres grandes conceptos que, me parece, corresponden totalmente con lo que se ha dicho en las presentaciones de hoy. El primero de éstos es que la innovación educativa tiene que tener integridad educativa. La gente debe creer que la innovación tiene que ver con lo que realmente importa. Segundo, ha de tener integridad profesional. Esto es, le debe importar al maestro, tiene que hacerse con la gente y no para la gente. El tercer elemento es que debe tener integridad sistémica. Esto significa que todas las partes del sistema deben trabajar como los engranes de la maquinaria de un reloj. Nosotros creemos que la innovación educativa es igual: si una rueda de engranes no se mueve, se detiene el mecanismo completo. Por eso todas las personas tienen que ser parte de ese proceso y trabajar todas juntas."

"Hablamos mucho del conocimiento científico, pero creo que en ocasiones cuando se menciona la palabra evaluación somos un poco como los conejos que cuando confrontan las luces de un automóvil se paralizan. Así también nosotros. Necesitamos construir un lenguaje que nos permita transmitir y dar a conocer lo que es y lo que no es la evaluación, de esta manera podremos apuntar a una alfabetización en la evaluación donde al compartir el lenguaje podamos compartir ideas, propósitos y colaboraciones." Debemos ayudar a la comprensión de las limitaciones de las evaluaciones: lo que pueden y no pueden hacer. De esta manera la gente enfrentará con mayor confianza los procesos de evaluación.

No debemos subestimar la tarea de convertirnos en una sociedad con mayor conocimiento de las evaluaciones, pero no debemos tampoco de sobreestimarlos.



Louise Hayward

CONCLUSIONES

El aprendizaje de las ciencias es parte fundamental de una educación integral para el siglo XXI. Este debe ser desafiante e interesante para alumnos y maestros, también para supervisores y autoridades educativas. Lejos de considerarle un desafío inalcanzable hay que verle como un reto, motivo de reflexión y análisis para el enriquecimiento general de la sociedad.

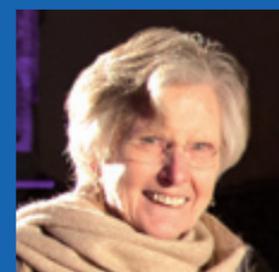
La práctica educativa debe basarse en el respeto, promover la colaboración, inclusión y el desarrollo profesional de los maestros. La enseñanza de las ciencias no es para eruditos ni para niños privilegiados, es un derecho de todos y debe estar a nuestro alcance. Hay ejemplos en distintos países de cómo rompiendo paradigmas se puede llevar a las aulas una educación en ciencias efectiva, especialmente en la formación básica, promoviendo así una disposición positiva de los alumnos hacia la ciencia.

Desde luego habrá que ser cuidadosos. Hay desafíos técnicos que deben ser considerados y que, además de dar solidez y rigor a la enseñanza de la ciencia y su evaluación, se convierten en elementos orientadores para saber mejor qué se va a enseñar y cómo.

Tenemos como reto la construcción de espacios de colaboración y de reflexión en torno a la evaluación de la enseñanza de las ciencias, a fin de identificar aquello que estamos haciendo bien y aquello en lo que debemos mejorar. Este seminario es un paso hacia ese propósito.

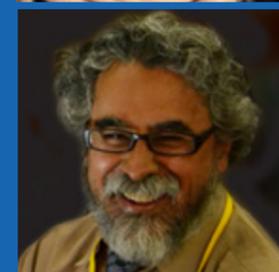
Panel II de discusión

ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA, A PARTIR DE UNA ENSEÑANZA VIVENCIAL E INDAGATORIA



Conferencistas:

- Wynne Harlen
- Rosa Devés



Panelistas:

- Guillermo Solano
- Anne Goube
- Petra Skiebe-Correte



Moderadora:

- Norma Sbarbati Nudelman

Estrategias para usar la evaluación para mejorar los resultados del aprendizaje de la ciencia

WYNNE HARLEN

Este artículo trata del uso de las evaluaciones para coadyuvar al aprendizaje de las ciencias basado en indagación. Como veremos, las metas y prácticas de las evaluaciones empleadas para ayudar al aprendizaje (evaluación formativa) se relacionan estrechamente con las de la educación en ciencias basada en indagación (ECBI). Esta relación puede ayudar a la comprensión e implementación de la ECBI. El artículo inicia con una observación del cúmulo de estrategias pedagógicas que integran la evaluación formativa y luego considera su aplicación a ECBI. Es importante aclarar los términos que se usan a lo largo del texto, de manera que comencemos por el significado de evaluación.

PROPÓSITOS Y USOS DE LA EVALUACIÓN

La palabra en inglés, *assessment* (valoración, evaluación en español) se utiliza para aludir a los procesos de generar, recolectar, interpretar y usar pruebas para emitir un juicio sobre el aprendizaje del estudiante para un propósito en particular. En algunos países e idiomas a esto se le llama 'evaluación' (en inglés, *evaluation*), en general la palabra 'evaluación' tal como la usa la OCDE se refiere a elaborar juicios acerca de la efectividad de las escuelas, los sistemas y políticas escolares (Nusche et al 2012). Cuando exista alguna posible confusión, nos estaremos refiriendo a la evaluación del aprendizaje del estudiante o la evaluación de los resultados del aprendizaje.

En la educación la evaluación del estudiante cumple varios propósitos

que entran en tres categorías principales:

1. Para ayudar a fortalecer la comprensión de los estudiantes (evaluación formativa).
2. Para brindar información sobre los logros de los estudiantes (evaluación sumativa), tanto a sus padres como a los nuevos maestros que los reciban conforme avanzan en los grados escolares; a instituciones de educación superior y al finalizar su formación, a los posibles empleadores.
3. Para llamar a individuos e instituciones a la rendición de cuentas (evaluación para la rendición de cuentas).

El tema de esta sesión se refiere a la primera de estas categorías: el uso de la evaluación para coadyuvar al aprendizaje, particularmente en la educación en

ciencias basada en indagación (ECBI). A las evaluaciones empleadas de esta manera se les llama 'formativas' o 'evaluaciones para aprender'. Implican monitorear continuamente el avance de los estudiantes hacia las metas de aprendizaje a fin de proporcionar retroalimentación tanto al maestro como a los estudiantes. Las evaluaciones con este propósito no se realizan en algún momento particular de una lección o de una serie de lecciones sobre un tema (como sería el caso en una evaluación sumativa que resume el aprovechamiento para efectos de reportarlo en ciertos momentos), sino que implican reunir datos sobre el aprendizaje y, cuando sea posible, utilizarlos en los momentos en que éste se produce.

LA EVALUACIÓN FORMATIVA COMO CICLO RECURRENTE DE ACONTECIMIENTOS

Las acciones y decisiones que participan en la evaluación formativa pueden representarse como un ciclo de acontecimientos (Figura 1, basada en Harlen 2006). 'A', 'B' y 'C' representan actividades relacionadas con las metas de la lección o serie de lecciones. Las metas determinan las pruebas que han de reunirse. Luego, estas últimas se interpretan y emplean para decidir cómo mejorar el aprendizaje, lo que a su vez conduce a la acción en forma de actividades subsecuentes. Los procesos quedan mejor explicados con el ejemplo que aparece en el recuadro a la derecha:

En la Figura 1, los estudiantes se encuentran en el centro del proceso, ya que ellos son los que aprenden. Las flechas de punta doble que vinculan a los estudiantes con las diversas partes del ciclo de evaluación indican que ellos reciben retroalimentación del maestro y también proporcionan información sobre lo que hacen y dicen como retroalimentación a la enseñanza. Participan en las decisiones, cuando

En una clase típica de niños de 10 años, una indagación relativa a la condensación/evaporación comienza a partir de la observación de que se forma humedad en el exterior de una lata de bebida justo después de que se saca del refrigerador. Las metas de las lecciones en que se investigue este fenómeno podrían consistir en que los estudiantes utilicen sus capacidades de indagación para descubrir qué es esta humedad y de dónde proviene.

En la actividad A podrían planear comprobar sus ideas iniciales acerca de la naturaleza de la humedad (muchos esperan que sepa a la bebida en el interior de la lata). Habiendo decidido que se trata de agua, se hace otra pregunta: ¿de dónde viene? Ellos planean y realizan una comprobación de sus ideas sobre el asunto (muy frecuentemente esperan que provenga del líquido en el interior de la lata, y que el metal lo ha filtrado). El maestro observa lo que hacen los estudiantes, los alienta a hablar entre sí, escucha sus debates, sondea su pensamiento con preguntas abiertas y centradas en la persona (preguntas acerca de las ideas de los estudiantes, no en busca de 'la respuesta correcta').

El maestro interpreta esta evidencia según el avance de los alumnos hacia las metas, tanto en sus ideas acerca del fenómeno que se investiga (la presencia de vapor de agua en el aire), como en las capacidades que emplean al intentar encontrar una respuesta a su pregunta. Esto orientará las decisiones acerca de los siguientes pasos.

Quizá los estudiantes tengan algún conocimiento del vapor de agua en el aire, pero no tienen idea acerca de cuándo y por qué se convierte en agua sobre una superficie fría. Por ello se hacen otras preguntas que conducen a la actividad B y a repetir el ciclo de colección e interpretación de datos. Los efectos de las decisiones acerca de los siguientes pasos se evalúan en un proceso continuo que resulta en algún avance en ideas y capacidades relevantes.

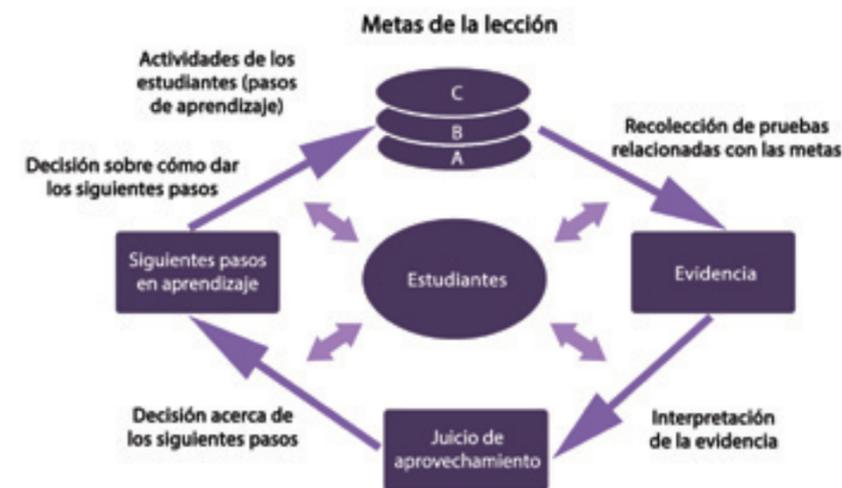
procede, por medio de la autoevaluación y de la evaluación de sus pares.

Por supuesto, el proceso no es tan ordenado y formal como lo indica la representación anterior. Las acciones señaladas con flechas en la Figura 1 no

constituyen 'etapas' en una lección ni necesariamente resultan de decisiones previamente planificadas por el maestro. Representan el pensamiento dirigido a qué y cómo están aprendiendo los estudiantes y el uso de esta información para ayudar a avanzar el aprendizaje. En algunos casos será posible que el maestro y los estudiantes decidan juntos una acción inmediata. En otros, el maestro podría tomar nota de la ayuda que se necesite, para brindarla en otro momento. De esta manera, el uso formativo de la evaluación puede asegurar una progresión en el aprendizaje y que los estudiantes vayan desarrollando un conocimiento de lo que ello implica, no solamente en estas actividades, sino en el aprendizaje, para que comiencen a asumir cierta responsabilidad por esa progresión. Sin embargo, ¿esto realmente va a mejorar su aprovechamiento?

Existe una creciente acumulación de evidencias de que la evaluación formativa sí conduce a mejores niveles de aprovechamiento (por ejemplo, Black y Wiliam 1998; Black et al 2003; Brookhart 2007; Hattie y Timperley 2007;

Fig. 1



Shute 2008; Wiliam 2009; Minner 2010).

Muchos de los estudios acerca del impacto de la evaluación formativa sobre el aprendizaje subrayan el rol central de los estudiantes en su propio aprendizaje. La participación de los estudiantes en la evaluación del trabajo propio y en el de otros, se halla entre los métodos de mayor éxito para elevar el aprovechamiento. Existen ejemplos de estrategias que involucran exitosamente a los estudiantes desde los cinco años en la evaluación de su trabajo.

"ECBI (Educación en Ciencias Basada en Indagación) significa que los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas clave al aprender cómo investigar y fortalecer su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea."

Así como en las investigaciones empíricas, la justificación para involucrar a los estudiantes en las decisiones acerca de su aprendizaje también se deriva de las teorías del aprendizaje. Los puntos de vista actuales rechazan la noción del aprendizaje como el proceso de absorber información y conocimientos prefabricados del maestro o del libro de texto. Más bien, el aprendizaje se contempla como algo que entraña la participación activa de los alumnos, quienes usan ideas existentes para tratar de entender las experiencias nuevas. También se reconoce el valor de hacer esto con otros, de manera que las ideas se vayan construyendo mientras se comparte y colabora. No obstante, el aprendizaje tiene lugar dentro de las cabezas de los estudiantes y éstos deben estar dispuestos a desarrollarlo y hacer el esfuerzo que esto requiere. Así, la manera de coadyuvar al aprendizaje consiste en darles a los estudiantes tantas oportunidades como sea posible (adecuadas a su edad y etapas) para saber cuáles son sus objetivos en el trabajo y cómo conseguirlos. Esto, por supuesto, no significa darles las respuestas a los estudiantes, sino ayudarles a entender las preguntas. Hay una diferencia entre decir: 'sigan estas instrucciones para comparar X con Y' y 'encuentren la mejor forma de comparar X con Y'. Lo anterior podría

parecer obvio, pero en realidad es poco frecuente que los estudiantes puedan articular lo que el maestro pretende que aprendan de una actividad en particular, frente a lo que se supone que deben hacer.

Para que los estudiantes puedan evaluar su trabajo necesitan darse cuenta de lo que significa un 'buen trabajo'. Por ejemplo, ¿en qué consiste un buen plan para una investigación? ¿En qué consiste un buen reporte de una indagación? Hay muchas maneras de ayudar a los estudiantes a comprender esto sin imponerles normas que pudieran parecerles arbitrarias y sin sentido (Harlen y Qualter 2014). Un método consiste en hacer que los estudiantes, en grupos, sostengan una lluvia de ideas acerca de las razones para considerar por qué un informe es mejor que otro. Cuando se reúnen las ideas de todos los grupos, se forma una lista de criterios que todos concuerdan son importantes. De esta manera se crea una útil lista de verificación para la autoevaluación de sus reportes. Una lista así les parece a los estudiantes razonable y comprensible, porque ellos mismos la produjeron.

En resumen, las prácticas clave de la evaluación formativa son:

- Estudiantes inmersos en la expresión y comunicación de sus conocimientos y

habilidades en un diálogo dentro del aula iniciado por preguntas abiertas y dirigidas a la persona.

- Estudiantes que comprenden las metas de su trabajo y entienden lo que significa trabajo de buena calidad.
- Retroalimentación a los estudiantes que ofrece consejos acerca de cómo mejorar o avanzar y evita las comparaciones con otros estudiantes.
- Estudiantes involucrados en su autoevaluación de manera que participan en la identificación de lo que necesitan hacer para mejorar o avanzar.
- Diálogo entre el maestro y los estudiantes que fomenta la reflexión sobre su aprendizaje.
- Maestros que usan la información sobre el aprendizaje en proceso para ajustar su enseñanza con objeto de que todos los estudiantes tengan oportunidad de aprender.

LA EVALUACIÓN FORMATIVA Y LA ECBI

La evaluación formativa solamente beneficiará al aprendizaje en ciencias basado en indagación si aquello que se evalúa, cómo tiene lugar y la forma en que se usan los resultados, reflejan los principios, prácticas y metas de la ECBI. De acuerdo con las recomendaciones de una reciente revisión de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos (OCDE) sobre las prácticas de evaluación, ésta debe alinearse a las metas de aprendizaje manifestadas en el currículo (OCDE, 2013).

¿Qué debe evaluarse?

Las metas de aprendizaje de la ECBI están implícitas en esta definición:

ECBI significa que los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas clave al aprender cómo investigar y fortalecer su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea. Usan las habilidades empleadas por los científicos, tales como hacer preguntas, reunir datos, razonar y revisar las pruebas a la luz de lo que ya se sabe, derivando conclusiones y discutiendo los resultados. Este proceso de aprendizaje está apoyado por una pedagogía basada en la indagación, en la que pedagogía significa no solamente el acto de enseñar, sino también las justificaciones que la

apuntalan (IAP, 2012).

En términos más explícitos y operacionales, cuando aprenden por medio de la indagación, al paso del tiempo los estudiantes estarán emprendiendo las acciones y prácticas listadas en el Cuadro 1:

Por supuesto, existen aspectos en el aprendizaje de las ciencias, tales como el conocimiento del vocabulario científico, las convenciones y uso del equipo, que se aprenden mejor con instrucción directa y se evalúan por medio de breves exámenes y pruebas en el aula creados por el maestro en los momentos apropiados. Por tanto, no toda la enseñanza de las ciencias ni todas las evaluaciones se ocuparán de los resultados específicos del aprendizaje por medio de la indagación. Sin embargo, cuando el objetivo es la comprensión, la indagación cumple un

Cuadro 1. Las acciones y prácticas clave de los estudiantes en ECBI

- Reúnen pruebas al observar acontecimientos reales o empleando otras fuentes.
- Se dedican a preguntas que ellos han identificado como propias (aun cuando las preguntas hayan sido introducidas por el maestro), y a hacer otras preguntas.
- Hacen predicciones con base en lo que piensan o averiguan.
- Sugiere maneras de comprobar sus propias ideas o las de otros para ver si existen pruebas que las apoyen.
- Usan y desarrollan habilidades para reunir datos en forma directa a partir de observaciones y mediciones, así como utilizando fuentes secundarias.
- Trabajan en colaboración con otros, comunicando sus propias ideas y considerando las de otros.
- Valoran la validez y utilidad de distintas ideas en relación con las pruebas.
- Reflexionan con autocrítica acerca de los procesos y resultados de sus investigaciones.

"Es importante tener claros cuáles son los objetivos de enseñanza. Sin embargo, hay que ser cuidadosos en que dichos objetivos no simplifiquen el aprendizaje a un par de listas sobre "lo que debe lograrse" y "lo que no". El aprendizaje es amplio y diverso, es un proceso que si bien debe ser orientado por objetivos, no debe ser limitado por ellos."

"Desde mi perspectiva, una de las principales diferencias entre evaluación formativa y evaluación sumativa es la siguiente: la evaluación formativa revisa cómo se está dando un proceso de aprendizaje en el momento en que el mismo se desarrolla; mientras que la evaluación sumativa suele mirar hacia atrás en el tiempo, pretende ver aquello que ya logró aprender, o no, el alumno. Ambas comparten el objetivo de identificar aquel conocimiento aprendido o no, o aquella parte del proceso de aprendizaje efectivo o no, a fin de encontrar los puntos que han de fortalecerse para cumplir con los objetivos de aprendizaje. Ambos tipos de evaluación ofrecen al profesor perspectivas complementarias y valiosas."



Wynne Harlen

papel clave en la educación científica de los estudiantes y vuelve necesario enfrentar el reto de evaluar las acciones y prácticas enumeradas en el Cuadro 1. Esto nos lleva al asunto de cómo recabar tales pruebas.

¿Cómo se reúne evidencia para la evaluación formativa?

Como ya se mencionó, los maestros pueden recolectar evidencias durante las actividades en el aula observando, preguntando e interactuando con los estudiantes. Esto seguramente implicará:

- Hacer preguntas de una manera particular: preguntas que sondeen la comprensión, ideas y razonamiento de los estudiantes (¿Qué ideas tienes acerca de ...? ¿A qué piensas que se debe...? ¿Qué piensas podría ayudarte a averiguar...?)
- Fomentar la discusión, el diálogo y la argumentación, en los que los estudiantes indiquen las razones de sus declaraciones y afirmaciones, y empleen pruebas para apoyar sus conclusiones.
- Observar a los estudiantes, ya que los estudiantes pequeños en particular expresan lo que piensan en lo que hacen. (Hay que identificar cuáles variables cambian los estudiantes durante una investigación y si controlan las variables correctas; deben escucharse las palabras que

utilizan y si emplean los términos científicos con corrección, etc.)

Los datos así reunidos tendrán que interpretarse en términos de avance hacia las metas. Esto exige que los maestros tengan conocimiento de la manera en que sus estudiantes progresan en su desarrollo conceptual y del desarrollo de capacidades para la indagación. Con este conocimiento, los maestros emplearán la información acerca de las ideas y habilidades de los estudiantes para decidir cómo proceder: cuáles serán los siguientes pasos y, de ser necesario, qué clase de intervención utilizar. Esto nos lleva al tema de cómo usar los resultados.

¿Cómo se usan los datos?

El propósito de la evaluación formativa consiste en informar de cualquier acción necesaria (y podría no necesitarse acción alguna) mientras se produce el aprendizaje. Aquí es donde aplica la retroalimentación a los estudiantes y al maestro.

Se ha determinado que la retroalimentación a los estudiantes constituye 'una de las influencias más poderosas sobre el aprendizaje y el aprovechamiento' (Hattie y Timperley 2007), pero el que tenga o no un efecto positivo sobre el aprendizaje dependerá de varios factores. Obviamente, el maestro retroalimenta a sus alumnos

verbalmente o por escrito, pero también quizás inconscientemente, por medio de gestos, entonación y ciertamente acciones, como al asignarles tareas. La investigación (Butler 1988) demuestra que la retroalimentación escrita resulta más efectiva cuando se da en forma de comentarios que indican lo que tienen que hacer los estudiantes para mejorar su trabajo. Las calificaciones no cumplen esta función y cuando se dan tanto calificaciones como comentarios, los estudiantes se vuelcan sobre las primeras ignorando cualquier comentario que las acompañe. Cuando faltan las calificaciones, los estudiantes se enfocan sobre aquello a lo que el maestro quiere llamar su atención. De esta manera, los comentarios tienen la oportunidad de mejorar el aprendizaje de acuerdo con las intenciones del maestro.

En relación con el contenido de la retroalimentación, las pruebas de las investigaciones y la práctica señalan una diferencia importante entre la retroalimentación que informa acerca de los siguientes pasos y cómo darlos, y aquella que se expresa en términos de qué tan bueno ha sido el desempeño del estudiante (tanto con halagos como con crítica), en lugar de qué tan bien se ha realizado el trabajo. Esto aplica tanto a la retroalimentación verbal como a la escrita. Por supuesto que debe alabarse el trabajo bien hecho,

pero reconociendo que esto no ayuda a avanzar el aprendizaje.

Tan importante es que el maestro dé retroalimentación efectiva a los estudiantes como el que emplee la información acerca de la manera en que los estudiantes abordan sus indagaciones para retroalimentarlos sobre sus propias acciones y planes. Los maestros han de planear sus lecciones con antelación y tomar decisiones que no siempre resultarán las mejores en la práctica. La evaluación formativa les brinda la información que necesitan para corregir y cambiar, de ser necesario, sus decisiones para la enseñanza. Al hacerlo, el maestro puede ajustar el reto en el trabajo que realizarán los estudiantes de manera que contenga la combinación adecuada de lo familiar con lo novedoso. Así los alumnos no se aburrirán con un trabajo demasiado fácil, ni se confundirán con un reto demasiado grande. En ocasiones el maestro tendrá que cambiar de planes cuando los estudiantes están luchando, para evitar el riesgo de un sentimiento de fracaso. Es así como la retroalimentación permite a los maestros regular su enseñanza para maximizar el aprendizaje.

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LOS RESULTADOS EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Las prácticas de evaluación formativa se relacionan con el aprendizaje en cualquier dominio, pero no nos indican qué acción seguir para desarrollar el conocimiento y las habilidades de indagación científicos. Por ello necesitamos recurrir a lo que nos dice la experiencia y a lo que se sabe acerca de cómo se produce el aprendizaje. En el caso de las habilidades de indagación, resumimos algunas estrategias generales en el Cuadro 2, en tanto que el Cuadro 3 se indican algunas estrategias para ayudar a los estudiantes a desarrollar ideas científicas:

Cuadro 2. Algunas estrategias generales para coadyuvar a la progresión en habilidades para la indagación

- Brindar la oportunidad de usar las habilidades de indagación con la exploración de primera mano de materiales y fenómenos.
- Hacer preguntas que requieran utilizar las habilidades (y dar tiempo para pensar y responder).
- Dar oportunidad a la discusión en grupos pequeños y entre toda la clase.
- Alentar la revisión crítica de la manera en que se han realizado las actividades.
- Dar acceso a las técnicas necesarias para avanzar las habilidades.
- Involucrar a los estudiantes en diversas formas de comunicación y en la reflexión acerca de su pensamiento.

"Toda evaluación implica un proceso de comunicación. Esto es algo que no estamos acostumbrados a ver, pero que está todo el tiempo. Cuando ustedes hacen una pregunta y el estudiante contesta, y ustedes reaccionan a lo que el estudiante contesta, hay un proceso de comunicación."



"Poca investigación se ha hecho con poblaciones diversas culturales y lingüísticas en el ámbito de evaluación formativa. (En la Universidad de Boulder) estamos tratando de encontrar los aspectos clave de evaluación formativa que pueden no funcionar cuando los maestros requieren un entrenamiento más fuerte para esa diversidad. Lo que hasta ahorita hemos encontrado es que definitivamente muchos maestros no le hablan a los alumnos, o no les hablan a todos de la misma manera. Muchos maestros les hablan más a los alumnos que saben que van a contestar bien. Necesitan enfocarse más en los alumnos que no están participando, pues lo más valioso es conocer si los estudiantes realmente saben, y si no, entender por qué no."

"Es relevante hablar de diversidad lingüística y cultural, así como hablar de género. Hay investigaciones que muestran que el profesor se dirige de manera diferenciada a niños y niñas. En este sentido, la evaluación formativa y la enseñanza indagatoria de la ciencia ofrecen elementos que contribuyen a una educación más equitativa."



"Solamente hablando abiertamente de nuestras concepciones erróneas es cuando podemos apreciar el valor que tiene el error como fuente de información para ajustar nuestra enseñanza. No podemos hablar de evaluación formativa y de enseñanza indagatoria en ciencia si no resolvemos la necesidad de tener confianza en uno mismo, la necesidad de crear un ambiente social en el salón en el que se hable del error, en el que las personas tengan derecho a equivocarse en sus razonamientos."



Guillermo Solano

Cuadro 3. Algunas estrategias generales para coadyuvar al desarrollo de ideas científicas

- Ampliar la experiencia a fin de que se cuestionen las ideas no científicas.
- Estructurar la introducción de ideas alternativas a fin de que los estudiantes las sometan a prueba.
- Brindar oportunidades para aplicar ideas nuevas en situaciones distintas.
- Desarrollar el razonamiento acerca de los cambios que solamente se estén juzgando por apariencias.
- Desarrollar las habilidades de indagación para que se utilicen pruebas relevantes al derivar conclusiones.
- Crear vínculos entre los acontecimientos con una explicación en común para hacer las ideas 'más grandes'.
- Hablar con los estudiantes acerca de los significados que ellos estén asignando a las palabras relacionadas con conceptos científicos.

aprendizaje, y a ambos los apuntala la noción del aprendizaje construido por los estudiantes en compañía de, y por medio de, la interacción con otros. Sin embargo no son idénticos y cada uno hace una aportación en particular a la educación efectiva en ciencia.

La evaluación formativa, si bien no se ocupa de que los estudiantes reúnan y comprueben evidencias, aporta ideas importantes acerca de la retroalimentación y la autoevaluación del estudiante. Por tanto la implementación de ECBI tiene mucho que ganar con la implementación simultánea de la evaluación formativa. Necesitamos ambas.*

CONCLUSIONES

La evaluación formativa y la ECBI son enfoques de enseñanza con mucho en común. Ambos parten de ideas y habilidades existentes que los estudiantes llevan al aula, las cuales se han formado con experiencias

anteriores tanto dentro como fuera de la escuela.

Ambos promueven el aprendizaje activo de los estudiantes; no solamente actividad física al manipular los objetos, sino también actividad mental. Ambos se enfocan en la progresión del

* Documento sobre su presentación en la VII Conferencia.

REFERENCIAS

Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. and Wiliam, D. (2003). *Assessment for Learning: Putting it into Practice*. Maidenhead England: Open University Press.

Black, P. and Wiliam, D. (1998) *Assessment and classroom learning*, *Assessment in Education*, 5 (1) 7-74.

Brookhart, S.M. (2007) *Expanding views about formative classroom assessment. A review of the literature*. In J.H. McMillan (ed), *Formative classroom assessment: Theory into practice*. New York: Teachers College Press, 43-62.

Butler, R. (1988) *Enhancing and undermining intrinsic motivation: the effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance*. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 1-14.

Harlen, W. (2006) *Teaching, Learning and Assessing Science 5 – 12*. 4th edn. London: Sage.

Harlen, W. and Qualter, A. (2014) *The Teaching of Science in Primary Schools 6th edition*. London: Routledge.

IAP (2012) *Taking Inquiry-Based Science Education into Secondary Education*. Report of a Global Conference. <http://www.sazu.si/files/file-147.pdf>

Minner, D.D., Levy, A. J and , Century, J. (2010) *Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*, *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4) 474-496.

Nusche, D. Laveault, D., MacBeath, J. and Santiago, P. (2012) *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: New Zealand 2011*. OECD Publishing.

OECD (2013) *Synergies for Better Learning: an international perspective on evaluation and assessment*. Paris: OECD.

Shute, V.J. (2008) *Focus on formative feedback*. *Review of Educational Research*, 78, 153-189.

Wiliam, D. (2009) *An integrative summary of the research literature and implications for a new theory of formative assessment*, in (eds) H. L. Andrade and G. J. Cizek, *Handbook of Formative Assessment*, New York: Taylor and Francis.

COMENTARIOS

Una de las herramientas de evaluación formativa que les quiero compartir es la siguiente. Recomiendo a los profesores desarrollar un cuadro para cada alumno que les permitirá autoevaluarse, a fin de identificar cómo van desarrollando distintas competencias muy importantes en ECBI. Cada alumno debe tener un cuadro como este:

UNIDAD ECBI						
Competencia	Sesión de clase					
Conduce la investigación	•					
Observa	•					
Mide	x					
Compara	x					
Selecciona y clasifica	x					
Interpreta	x					
Colabora con otros estudiantes	•					
Registra en su cuaderno	x					
Argumenta y discute sus ideas	•					



Anne Goube

Al final de cada sesión de clase, los alumnos marcan con un punto verde aquella competencia que desarrollaron de manera más exitosa, con un punto naranja aquella que desarrollaron parcialmente y con un punto rojo aquella que no desarrollaron. Lo interesante es ver cómo al final de las unidades los puntos rojos se vuelven naranjas y los naranjas se vuelven verdes, lo cual le da una retroalimentación positiva al estudiante. Incluso, si un profesor tiene muchos estudiantes en su clase, contará con una herramienta que le permitirá hacer un seguimiento de cada uno. Este tipo de herramientas son muy convenientes en países como Italia, donde los padres tienen una idea de cómo debería ser una clase. Aquí, puede mostrárseles cómo se van trabajando habilidades y competencias en ECBI durante la clase. Significa que el maestro ha trabajado en el desarrollo de habilidades y competencias como el trabajo en equipo y colaboración, argumentar y discutir. Espero que esta herramienta pueda serles útil."

COMENTARIOS

La Evaluación formativa como medio para impulsar la reflexión y la generación de ambientes favorables al aprendizaje

ROSA DEVÉS

Nos referiremos a la evaluación formativa como un proceso capaz de apoyar los procesos de aprendizaje a través de: i) la estimulación de la reflexión basada en evidencia sobre lo que aprendemos y cómo lo aprendemos y ii) la generación de ambientes favorables al aprendizaje a través de facilitar el diálogo y el trabajo colaborativo. Ambas dimensiones son especialmente relevantes para la enseñanza de las ciencias porque la reflexión sobre lo que se aprende y cómo se aprende y la interacción fructífera con otros constituyen elementos centrales de la práctica científica.

Estos dos aspectos de la evaluación formativa se analizarán a la luz de la evidencia recogida en la realización del curso titulado “Indagación Científica en la Escuela”, dirigido a estudiantes de distintas carreras y programas de la Universidad de Chile. El curso tiene por objetivo que los estudiantes se familiaricen con los elementos centrales del aprendizaje de las ciencias basado en la indagación y que sean capaces de aplicar este conocimiento a sus propios procesos de aprendizaje. En esta presentación damos cuenta del efecto que ha tenido la incorporación de la evaluación formativa, tanto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, como en la visión y comprensión de los procesos educativos del equipo formador.

DESCRIPCIÓN DEL CURSO “INDAGACIÓN CIENTÍFICA EN LA ESCUELA”

El curso fue concebido en el marco de un programa de Formación General y se ha implementado en cuatro versiones de duración semestral a partir de 2010. Tanto su concepción, como su ejecución, están estrechamente vinculadas al Programa de Educación en Ciencias basada en la Indagación (ECBI) que se ha aplicado por una década en escuelas públicas de enseñanza básica en Chile. El equipo docente está

conformado por una académica y tres especialistas del programa ECBI con la colaboración de docentes de aula de siete establecimientos educacionales.

En sus dos primeras versiones, el curso se ofreció sólo para estudiantes de pregrado del área científica y luego la composición del grupo de estudiantes se ha diversificado, tanto respecto a la disciplina, como respecto al nivel de estudio. En 2013, participaron en el curso ocho estudiantes de las carreras de pregrado: dos de Bioquímica, uno de Licenciatura en Biología, uno

"La evaluación, cuando se aborda desde la perspectiva formativa, tiene el potencial de convertirse en un importante facilitador del aprendizaje, tanto de los estudiantes como de los maestros."
(Wynne Harlen, 2013)

de Odontología, uno de Educación Preescolar y cuatro de Básica Inicial; también participaron dos estudiantes del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas: un médico y una tecnóloga médica.

Los estudiantes de pregrado se encontraban en distintos niveles de sus respectivas carreras desde 2° al 5° año; cinco de ellos eran mujeres y cinco hombres. Por lo tanto, el grupo de estudiantes en la versión 2013, cuyos resultados analizamos, fue altamente diverso, tanto desde el punto de vista de la disciplina, como de los años de experiencia universitaria. Esta característica fue considerada un valor y el equipo docente asumió el desafío no solo de atender a la diversidad, sino de aprovecharla para el crecimiento de todos.

El programa del curso busca que los estudiantes aprendan -a partir del desafío de generar y aplicar una lección indagatoria de ciencias a nivel de la enseñanza básica -sobre los fundamentos que sustentan la metodología indagatoria, sus objetivos, las estrategias pedagógicas y los desafíos sistémicos que demanda su implementación. Puesto que el curso no está específicamente dirigido a estudiantes de pedagogía, sino que se enmarca en el ámbito de la formación general, se espera que a través de esta experiencia formativa los estudiantes tengan la oportunidad de reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje.

Un aspecto muy importante es que los estudiantes aprenden en distintos contextos, la universidad y la escuela, lo que genera oportunidades para que mientras aprenden sobre indagación, analicen los procesos y resultados de su trabajo, ejerciten el trabajo colaborativo, se comuniquen y compartan con distintas personas (sus pares, sus profesores, los docentes de las escuelas y los niños y niñas). Todo lo anterior tomando conciencia sobre la responsabilidad que implica trabajar en estrecho contacto con el sistema



escolar público.

APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA

Por los principios educativos que orientan el curso, así como por los aprendizajes que busca favorecer en un grupo diverso de estudiantes, el sistema de evaluación se inscribe en el paradigma de la evaluación formativa o evaluación para el aprendizaje. Desde su creación, hemos ido progresando desde una aplicación más bien intuitiva de estos principios y prácticas, hacia una aplicación sistemática fundada en los principios y estrategias que se presentan y discuten en el libro *Evaluación y Educación en Ciencias basada en la Indagación* de Wynne Harlen (2013).

La evaluación se estructura alrededor de los siguientes conceptos y prácticas:

• Metodología indagatoria

La evaluación está inserta en un proceso de enseñanza-aprendizaje que es indagatorio en consistencia con los objetivos del curso. Los docentes actúan como facilitadores del proceso de aprendizaje ofreciendo a los estudiantes variadas oportunidades para desarrollar

comprensión, habilidades y actitudes.

• Evaluación centrada en la persona

Las preguntas y los desafíos están planteados de manera que los estudiantes confronten sus visiones e ideas con aquellas que van surgiendo de su interacción con otras personas y contextos (otros estudiantes, docentes, niños y maestros del sistema escolar) así como de la reflexión de su propia experiencia indagatoria.

• Progresión

La evaluación en las etapas iniciales está principalmente orientada a poner en evidencia las experiencias, creencias e intereses de cada estudiante. A medida que el curso avanza se progresa hacia una evaluación más enfocada a los aprendizajes esperados en el área específica de la indagación. Así, la atención del estudiante se guía desde una reflexión inicialmente centrada en su persona (experiencias previas, intereses) hacia el desafío de generar aprendizaje científico en los niños, lo que se concretiza en la elaboración y aplicación de la lección indagatoria. Todo el proceso se documenta en el

"Los docentes actúan como facilitadores del proceso de aprendizaje ofreciendo a los estudiantes variadas oportunidades para desarrollar comprensión, habilidades y actitudes."

portafolio en el cual los estudiantes reúnen las evidencias del trabajo que han realizado, las lecturas, las observaciones y las reflexiones que derivan de su análisis. Al finalizar el curso se estimula una revisión del proceso completo, de modo que los estudiantes puedan reconocer sus logros y avances, así como los desafíos futuros.

• **Relación dialógica**

En todas las actividades se fomenta el diálogo (estudiantes-estudiantes, estudiante-profesor, profesor-profesor). También se entrega a los estudiantes la responsabilidad de establecer diálogos efectivos con los docentes de las escuelas en el proceso de preparar la lección indagatoria a ser

implementada. Estas conversaciones en las cuales se conversa sobre sus ideas, predicciones, experiencias y observaciones, son una importante fuente de información sobre los aprendizajes que van logrando y sobre la evolución de su pensamiento.

• **Mejora continua y retroalimentación**

La retroalimentación sobre los trabajos que se realizan en el curso se entrega a través de comentarios escritos y/o conversaciones ya sea en forma individual o grupal. La retroalimentación incluye preguntas o sugerencias para apoyar el desarrollo continuo de conceptos, habilidades o actitudes. Si bien, durante el curso se entregan algunas evaluaciones que además incorporan una nota (porque el sistema lo exige), los estudiantes son llamados a completar o profundizar sus trabajos y están informados de que las notas serán solo referenciales para la evaluación del progreso. Así, los estudiantes, son estimulados a la mejora continua y especialmente a la reflexión y revisión del trabajo realizado. Al finalizar el curso la evaluación se entrega en la forma de un texto en el cual se analiza el progreso y los logros de los estudiantes a partir de la evidencia contenida en el portafolio, y una

calificación global.

• **Reflexión sistemática y continua de los docentes**

Los profesores mantienen al igual que los estudiantes una relación dialógica, y se reúnen después de cada clase para decidir los próximos pasos de la instrucción, incluida la revisión de los desafíos que presentarán a los estudiantes. Los comentarios, así como las calificaciones de las evaluaciones son concordadas entre todo el equipo. Existe la preocupación de recoger evidencia sobre el progreso en distintas dimensiones que abarcan conocimientos, habilidades y actitudes.

RESULTADOS

A continuación presentamos algunas observaciones sobre los resultados de la aplicación de la evaluación formativa en un contexto indagatorio que se deducen de los registros reunidos en los portafolios de los estudiantes. Estas se focalizan en los dos aspectos de la evaluación formativa enunciados anteriormente: la capacidad de inducir la reflexión y la generación de ambientes favorables al aprendizaje.

Los estudiantes expresan que como resultado de la experiencia en el curso han sido capaces de:

- Profundizar su comprensión conceptual utilizando "la experiencia como llave para formular un pensamiento".
- Ampliar sus visiones sobre la educación al conocer experiencias vividas por otros.
- Tomar conciencia de la importancia de la planificación y del rigor en la tarea pedagógica y crecer en responsabilidad.
- Visualizar la complejidad de la labor docente y la importancia de la colaboración para enfrentar una tarea de alta complejidad.
- Experimentar cambios personales, entre éstos se ha fortalecido su compromiso con la profesión docente y con la educación en general.
- Detectar el avance de su comprensión a partir del análisis del progreso de su trabajo.
- Adquirir "nuevas ideas o formas de comprender" como resultado del contacto con la realidad de la escuela y de la reflexión grupal de estas experiencias con estudiantes de distintas disciplinas; "aprendí a usar mucho más mi imaginación, a desarrollar la empatía con y hacia los niños, a descubrir nuevas herramientas".
- Reconocer el valor de paradigmas distintos de los suyos y experimentar "cambios radicales de visión", lo que

- es más evidente desde las ciencias sociales hacia las ciencias naturales.
- Reconocer la importancia de poder equivocarse, de tener un espacio para "aprender de los otros, perder el miedo" y para replantear muchas veces las ideas en la búsqueda de mayor comprensión.
- Desarrollar capacidad de autocritica y de autoevaluación, especialmente a partir del trabajo grupal.

La práctica de la evaluación formativa también ha permitido al equipo formador reconocer situaciones que no habrían sido evidentes sin la información que proviene de esta aproximación. Estos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- La mayor ganancia en los logros de aprendizaje en las sucesivas versiones del curso ha provenído, en parte, de



"Hay algo que es profundamente distinto entre la evaluación formativa y la evaluación sumativa: la disposición afectiva del profesor. En la evaluación sumativa al reportar un conocimiento a veces se juzga al alumno, lo cual es muy desafortunado, pero ocurre; mientras que la evaluación formativa implica el acompañamiento de la otra persona en el aprendizaje; en ese momento el estudiante está realmente al centro y es afectivamente muy distinto, por lo tanto la comunicación cambia. Además, algo que sucede con el profesor es que para acompañar tiene que conocer. Conocer es más que solo medir, conocer es más complejo."

"Para acompañar uno tiene que entender profundamente, por lo tanto es más interesante, más rico, más formativo para el profesor pues la evaluación formativa no es solo formativa de los estudiantes, es también formativa de uno mismo; cuando se empieza a practicar no hay vuelta atrás, realmente cambia la relación y comunicación con el otro."



Rosa Devés



al inicio el lenguaje les resulta extraño, en ese punto cada uno siente que el lenguaje que se habla y escucha corresponde al lenguaje "del otro". Esto revela que todos los estudiantes deben salir de su zona de confort para integrarse a un espacio de aprendizaje distinto. El acompañamiento, que es posible otorgar a través de la evaluación formativa en ese proceso de adaptación es fundamental.

- Las dos características de la evaluación formativa que hemos abordado son interdependientes: la experiencia concreta y la reflexión se enriquecen cuando incorporan a otros, y la capacidad para establecer relaciones significativas y productivas se fortalece en el diálogo reflexivo sobre las experiencias vividas.

la creciente diversidad del grupo y del uso de la evaluación formativa y obtener el mayor beneficio de esa diversidad. Así el curso inicialmente dirigido a estudiantes de carreras científicas se ha convertido en una experiencia educativa de mayor potencial al diversificar el ámbito disciplinario de los estudiantes que lo componen. También ha sido beneficioso que el grupo esté formado por estudiantes con distintos

grados de experiencia universitaria.

- La interacción con el sistema escolar es una de las fuentes más poderosas de aprendizaje y la reflexión de estas experiencias con otros, y con el apoyo de la literatura, amplía las ideas y consolida nuevo conocimiento.
- Tanto los estudiantes que provienen de las ciencias naturales, como aquellos que lo hacen de las ciencias sociales (educación), manifiestan que

- La evaluación formativa puede conducir no solo a mejores procesos educativos en el espacio específico en el cual se aplica, sino que también puede aportar al conocimiento pedagógico, a través de la indagación y la conceptualización del trabajo pedagógico experto en un ambiente de comunidad de aprendizaje.*

* Documento sobre su presentación en la VII Conferencia.

REFERENCIA

Wynne Harlen (2013), *Assessment in Inquiry based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Publicado por the Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP).
www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx
TWAS-Strada Costiera, 11-34151, Trieste, Italia.

Versión en español traducida por Rosa Devés y Pilar Reyes: http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/IBSE%20assessment%20guide%20_%20spanish.pdf



COMENTARIOS

"Las personas, por supuesto también los niños, aprenden cuando conocen aquello que deben aprender, cuáles son los objetivos de la lección y, además, cuando comprenden la manera en que se llegará a dichos objetivos. Por eso, no debemos esconderles aquello que deseamos que aprendan. Si el profesor y el alumno conocen el objetivo, entonces podrán hacer evaluación formativa porque sabrán qué es lo que están buscando. Si se conoce el objetivo, se sabrá qué observar en los alumnos y si alcanzan el objetivo o no, o si deben cambiar algunas prácticas o no.

Conocer el objetivo también ayuda a los estudiantes a autoevaluarse. Les da la posibilidad de revisar sus avances entre pares e identificar si están haciendo un trabajo adecuado o no, así como ver si el trabajo de sus compañeros también es adecuado o no."

"En Alemania, en Berlín, tenemos un laboratorio de ciencias informal dentro de la Universidad al que invitamos a los niños para que hagan prácticas ECBI, experimentos. Los invitamos ahí porque la experiencia que se tiene va más allá de lo que pueden vivir en un salón de clases echando un vistazo a la manera en que se hace ciencia en un laboratorio universitario. Cuando los chicos vienen son atendidos por estudiantes universitarios quienes deben saber algo sobre ciencia, algo sobre ECBI y deben pensar cómo es que la ciencia puede enseñarse a los pequeños. Hacen esto en equipos, lo que los ayuda a autoevaluarse y evaluar a otros. Esta experiencia, similar a lo que se hace en países como Chile, ha resultado ser muy enriquecedora."



Petra Skiebe-Correte

COMENTARIOS

CONCLUSIONES

La evaluación formativa, que implica revisar de manera continua el avance de los estudiantes hacia las metas de aprendizaje, ha mostrado ser una gran aliada de la enseñanza indagatoria de las ciencias para potenciar su impacto. Ambas tienen mucho en común: promueven el aprendizaje activo construido por los estudiantes en interacción con otros.

Por lo anterior, es importante promover una evaluación formativa en el aula que reconozca el rol central del estudiante en su propio aprendizaje, motivando la autoevaluación y la evaluación entre pares, a fin de hacerlo más efectivo y significativo. Para lograrlo, es necesario que tanto maestro como alumno tengan claros cuáles son los objetivos de enseñanza, para así identificar si las actividades realizadas los llevan a cumplir satisfactoriamente las metas establecidas.

Es fundamental, además, cuidar que exista un ambiente adecuado en el aula donde se respete la diversidad y se reconozca que el proceso de aprendizaje va acompañado de aciertos y desaciertos, estos últimos sumamente retadores y enriquecedores.

Panel III de discusión

LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADOS EN LA INDAGACIÓN EN NORTEAMÉRICA Y AMÉRICA LATINA



Conferencistas:

- Hubert Dyasi
- Jorge Alejandro Neyra (en representación de Raymundo Edgar Martínez Carbajal)



Panelistas:

- Cristina Aguilar Ibarra
- María Figueroa
- Patricia Rowell



Moderador:

- Reyes Tamez Guerra

Estándares de Ciencias de la Próxima Generación y sus implicaciones para la evaluación en Estados Unidos de América

HUBERT DYASI

Este artículo comenta por qué la enseñanza de la ciencia basada en la indagación se ve como ‘la piedra angular’ en la educación en los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo, describe por qué el trío: conceptos, prácticas y epistemología se halla en el centro de los esfuerzos por corregir los estándares para la enseñanza de la ciencia en los grados escolares K-12 (educación básica en los Estados Unidos) y las implicaciones que esto tendrá en las evaluaciones.

Además, comenta cómo los nuevos estándares para la enseñanza de las ciencias en Estados Unidos se basan en modelos cognitivos que resultan de las investigaciones acerca de cómo se desarrolla el aprendizaje en las personas.

RAZÓN POR LA QUE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADA EN LA INDAGACIÓN CONSTITUYE LA “PIEDRA ANGULAR” DE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN K-12

Los Estándares Nacionales para la Enseñanza de la Ciencia de 1996 (*National Science Education Standards*, NSES por sus siglas en inglés) describen la indagación científica como “las diversas maneras en las que los científicos estudian al mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo” (*National Research Council*, 1996, p. 23). Los NSES, por lo tanto, enfatizaban que la indagación representa un componente esencial del contenido científico y debiera reflejarse en aquellas actividades científicas de

los estudiantes “en las que éstos desarrollan sus conocimientos y comprensión de las ideas científicas, y entienden la manera en que los científicos estudian al mundo natural” (loc. cit.). Por lo tanto, la ciencia basada en indagación “resulta fundamental para la educación en ciencias y es un principio rector para la organización y selección de actividades estudiantiles” (p. 105). La enseñanza de la ciencia basada en la indagación cumple un papel esencial porque refleja a la ciencia tal cual se practica en el mundo real y como un medio para conocerlo y comprenderlo.

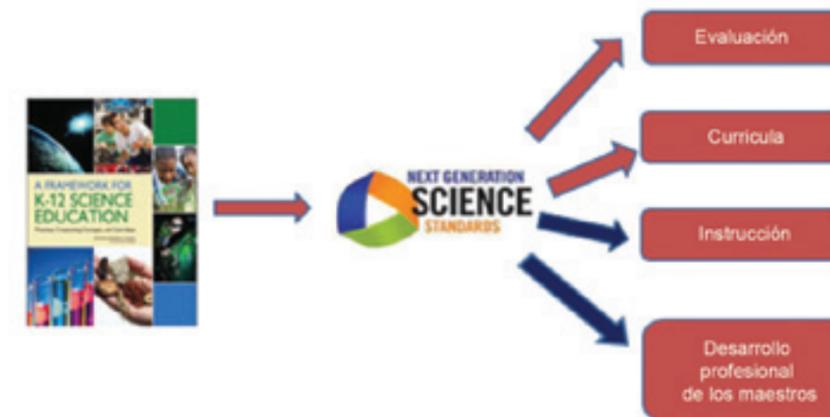
Al igual que en los laboratorios científicos profesionales, la educación en ciencias basada en indagación, cuando se imparte con pericia, crea una comunidad indagatoria en la que

“(…) los niños llegan a la escuela con la capacidad cognitiva para interactuar seriamente con el emprendimiento de la ciencia. (...) La participación en actividades de ciencia basada en indagación pone de manifiesto (tales) conocimientos y capacidades.”

los estudiantes participan directa e intelectualmente en la práctica de la ciencia. Interactúan entre ellos y con sus profesores como co-indagadores del fenómeno y participan en discusiones y argumentaciones amigables pero críticas sobre sus indagaciones en búsqueda de una comprensión y explicación científica. Estas experiencias hacen manifiesto los conocimientos y capacidades científicas de los estudiantes. También ayudan a suscitar en los niños aquello que ya han confirmado numerosas investigaciones, que todos los estudiantes tienen la capacidad intelectual para aprender ciencia y desarrollar un razonamiento causal. También saben distinguir entre las fuentes de conocimiento confiables y no confiables y muestran capacidad cognitiva para interactuar seriamente con el emprendimiento de la ciencia. (*National Research Council*, 2007, p. vii).

La enseñanza de la ciencia basada en la indagación tuvo gran impulso en Estados Unidos cuando la Evaluación Nacional del Avance Educativo (*National Assessment of Educational Progress*, NAEP por sus siglas en inglés) la colocó en el centro de su marco científico en 2009. Dicho marco bosqueja los principios de la indagación científica, los conceptos y las aplicaciones científicas sobre las que se basarían las evaluaciones de la NAEP (*National Assessment of Educational Progress*, 2009: *Science Framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress*). Posteriormente incluyeron preguntas basadas en indagación en sus exámenes de papel y lápiz. Más recientemente, la NAEP ha introducido simulaciones en computadora y componentes reales y prácticos en sus exámenes de gran escala, apegados a normas, para valorar las tendencias nacionales en la ciencia basada en indagación. Asumiendo que estas medidas sean válidas y confiables, para que las evaluaciones sean justas, es necesario que la enseñanza de la ciencia basada en la indagación se implemente en las escuelas.

Un Marco para guiar cambios en la enseñanza de las ciencias en K-12



(Fuente: Rick Duschl, NSTA Web Seminar, p.11)

Del mismo modo, a nivel internacional, el Programa de Educación en Ciencias de la Red Mundial de Academias de Ciencia, conocido como IAP (*Science Education Programme of the Global Network of Science Academies*), publicó descripciones detalladas y la relevancia del enfoque científico basado en indagación, y su importancia crucial para la educación en ciencias en todos los niveles educativos a partir de la enseñanza de los niños pequeños. Su informe Enseñanza de la ciencia basada en indagación: resumen para educadores (*Inquiry-Based Science Education: An overview for educationalists*), propone justificaciones para la educación en ciencias basada en indagación. Afirma que ésta habilita a los estudiantes a comprender los aspectos del mundo que los rodea; tanto los naturales como aquellos que se han creado mediante la aplicación de la ciencia; desarrolla una comprensión básica de lo que es la ciencia, cómo funciona y cuáles son sus fortalezas y limitaciones; cultiva las habilidades para comunicar experiencias e ideas relacionadas con la ciencia; enriquece las capacidades lingüísticas y de representación que se requieren para expresar con eficacia pensamientos e ideas científicos para defender argumentos, justificaciones y explicaciones construidas; nutre la capacidad para

seguir aprendiendo, lo que conduce a que sigan desarrollándose conceptos, habilidades, actitudes y conocimiento; y la comprensión se considera más importante que la sola acumulación de un gran conocimiento factual (*Wynne Harlen & the IAP Working Group*, 2009, pp. 21-22).

Recientemente, la promoción de la educación en ciencias basada en indagación alcanzó su cenit en Estados Unidos tras la publicación del Marco de Trabajo para la Enseñanza de la Ciencia en Educación Básica: prácticas, conceptos transversales e ideas clave (*A Framework for New K-12 Science: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*), un documento basado en investigaciones del *National Research Council*. Constituye una perspectiva sumamente evolucionada de la enseñanza de la ciencia basada en indagación y muestra a la ciencia como una actividad que desarrolla teorías y conocimiento. Presenta una visión coherente de la educación en ciencias para K-12, de las siguientes formas:

“En primer lugar, se ha construido sobre la noción del aprendizaje como un desarrollo progresivo. Se diseñó para ayudar a los niños a fortalecer y corregir sus conocimientos y habilidades continuamente, a partir de la curiosidad que sienten por todo lo que

los rodea y sus concepciones iniciales acerca del funcionamiento del mundo.

La meta consiste en guiar hacia una perspectiva más coherente, con mayor fundamento científico, tanto su conocimiento de las ciencias y la ingeniería, como las maneras en que éstas se estudian y la aplicación de sus resultados.

En segundo lugar, el marco se concentra en una cantidad limitada de ideas clave en ciencia e ingeniería tanto dentro como a través de las disciplinas...

En tercer lugar, el marco destaca que el aprendizaje de la ciencia e ingeniería implica integrar el conocimiento

de explicaciones científicas (es decir, conocimiento de contenido) con las prácticas necesarias para la indagación científica y el diseño ingenieril. Por tanto, el marco busca ilustrar cómo deben entrelazarse el conocimiento con la práctica en el diseño de las experiencias de aprendizaje para la educación en ciencias en los niveles K-12." (National Research Council, 2012, pp. 10-11).

Como lo muestra el diagrama, el Marco tiene tres dimensiones entrelazadas que son:

- Las prácticas científicas y el diseño de ingeniería (por ejemplo, en el caso

de la ciencia hacer preguntas, y en el caso de la ingeniería definir problemas; en el caso de la ciencia construir explicaciones y en el caso de la ingeniería diseñar soluciones).

- Conceptos transversales (por ejemplo, patrones, causa y efecto, estructura y función).

- Ideas clave de las diferentes disciplinas (por ejemplo, para las ciencias físicas la materia y sus interacciones; para las ciencias de la vida desde las moléculas hasta los organismos; para las ciencias de la Tierra y el espacio, el lugar que ocupa la Tierra en el universo; y el diseño ingenieril para la ingeniería, la tecnología y las aplicaciones de la ciencia) (Ver la lista completa en el APÉNDICE 1).

Las tres dimensiones están organizadas en progresiones del aprendizaje, tanto en un grado escolar como a lo largo de los diferentes grados de la educación básica. Las progresiones del aprendizaje en la ciencia son:

"(...) hipótesis comprobables con fundamento empírico acerca de cómo se desarrolla y se vuelve más sofisticada la comprensión de los estudiantes acerca de conceptos y explicaciones científicas clave, así como su capacidad para utilizar dichos conceptos y las prácticas científicas relacionadas, cuando reciben una enseñanza adecuada...Estas hipótesis describen las vías que los estu-

diantes siguen para lograr el dominio de los conceptos clave. Se basan en investigaciones sobre cómo avanza en realidad el aprendizaje de los estudiantes, en contraste con seleccionar secuencias de temas y experiencias de aprendizaje basándose únicamente en el análisis lógico de los conocimientos disciplinarios actuales y las experiencias personales en la docencia. Luego se comprueban estas hipótesis en forma empírica para evaluar su validez." (Corcoran, Mosher, & Rogat (2009) p. 8). (Véase también National Research Council (2007 Taking Sc. To), Duncan & Rivet, 2013 – Science learning progressions. Science, Vol. 339, no. 6118, pp. 396-397).

Los Estándares de Ciencias de la Próxima Generación (NGSS, por sus siglas en inglés) son un reflejo del Marco (Achieve, 2013).

El siguiente ejemplo muestra como un estándar desde preescolar hasta segundo grado (K-2) combina prácticas, ideas disciplinarias clave y conceptos transversales en una sola declaración relativa a las expectativas de desempeño para los estudiantes en torno a la idea disciplinaria clave de los sistemas de la Tierra. Nótese que el ejemplo también muestra sus conexiones con la naturaleza de la ciencia, con esa misma idea clave en grados escolares superiores, con el lenguaje o alfabetismo y con las matemáticas.

K-ESS2-1 Los sistemas de la Tierra		
Los estudiantes que demuestren sus conocimientos podrán: K-ESS2-1. Usar y compartir observaciones de las condiciones climáticas locales para describir patrones al paso del tiempo. [Aclaración: los ejemplos de observaciones cualitativas podrán incluir descripciones del clima (soleado, nublado, lluvioso y cálido); los ejemplos de observaciones cuantitativas podrán incluir cantidad de días soleados, ventosos o lluviosos en el mes; los ejemplos de patrones podrían incluir que generalmente las mañanas son más frescas que las tardes, o el número de días soleados comparado con el de días nublados en distintos meses.] [Límite de evaluación: la evaluación de las observaciones cuantitativas se limitará a números enteros y medidas relativas como más cálido/ más frío.]		
La expectativa de desempeño anterior se desarrolló utilizando los siguientes elementos del documento NRC A Framework for K-12 Science Educación:		
Prácticas de ciencia e ingeniería	Ideas disciplinarias básicas	Conceptos transversales
Análisis e interpretar datos El análisis de datos en K-2 se desarrolla sobre experiencias anteriores y avanza a la recolección, registro y al compartir observaciones. 1. Usar observaciones (de primera mano o de los medios) para describir patrones en el mundo natural para responder a preguntas científicas.	ESS2.D: Clima y tiempo El clima es una combinación de sol, viento, nieve o lluvia y temperatura en una región en particular en un momento particular. La gente mide estas condiciones para describir y registrar el clima y para identificar patrones al paso del tiempo.	Los patrones Los patrones en el mundo natural se pueden observar y usar para describir fenómenos; además sirven como evidencia.
----- Conexiones a la naturaleza de la ciencia		
El conocimiento científico se basa en pruebas empíricas Los científicos buscan patrones y orden al hacer observaciones del mundo.		
Conexiones a otros DCI en kindergarten: N/A Articulación de los DCI en distintos niveles de grado: 2.ESS2.A ; 3.ESS2.D ; 4.ESS2.A		
Conexiones comunes en las normas básicas estatales: ELA/Alfabetismo - W.K.7 Participar en proyectos compartidos de investigación y redacción. (Por ejemplo, explorar varios libros de un mismo autor favorito expresar opiniones de los mismos). (K-ESS2-1) Matemáticas - MP.2 Razonar abstracta y cuantitativamente. (K-ESS2-1) MP.4 Modelar con matemáticas. (K-ESS2-1) K.CC.A Saber los nombres de los números y la secuencia para contar. (K-ESS2-1) K.MD.A.1 Describir los atributos mensurables de los objetos, como longitud o peso. Describir varios atributos mensurables de un solo objeto. (K-ESS2-1) K.MD.B.3 Clasificar objetos en categorías determinadas; contar el número de objetos en cada categoría y clasificar las categorías por conteo. (K-ESS2-1)		

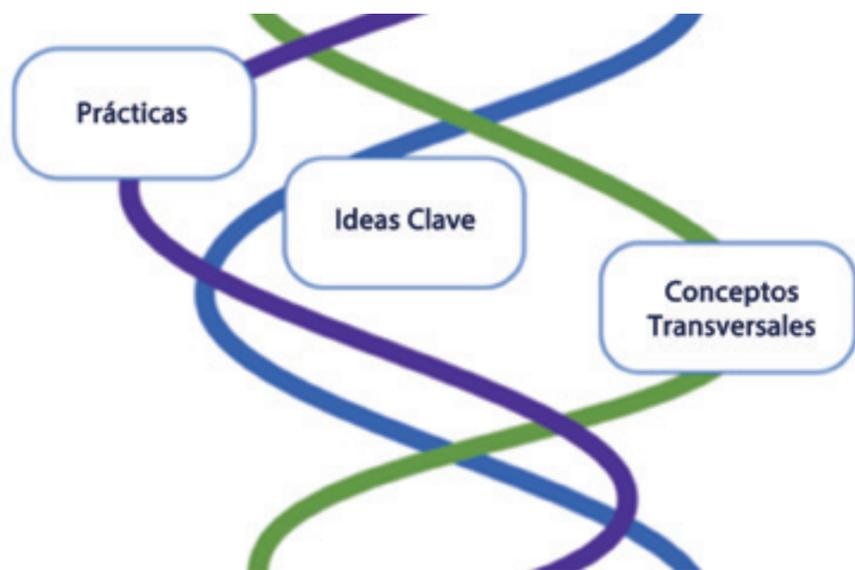


Diagrama de Helen Quinn y Heidi Schweinburger; Presentación de seminario

COMENTARIOS

"Al igual que la enseñanza indagatoria de la ciencia, el concepto de evaluación del aprendizaje todavía no es comprendido en su exacta dimensión. Una adecuada propuesta de evaluación del aprendizaje para la enseñanza indagatoria debe partir del marco conceptual y los propósitos de este modelo, así como de una concepción de evaluación actualizada basada en los avances nacionales e internacionales en torno al tema. Una evaluación de esta naturaleza requiere concebir a los educandos como seres humanos capaces de construir el conocimiento científico y de poner en juego sus capacidades intelectuales. Requiere también de una correcta planeación y de una metodología rigurosa dirigida a medir el avance progresivo de los estudiantes en la comprensión de las ideas científicas y en el desarrollo de sus habilidades.

Otro elemento fundamental de la evaluación lo constituyen los instrumentos con los que se obtiene la información así como el tratamiento y seguimiento que ésta reciba. En este sentido, los instrumentos de la evaluación cualitativa como la observación directa, las entrevistas y los testimonios, así como los de la evaluación cuantitativa, como los exámenes escritos, pueden ser muy valiosos."

"La evaluación puede presentar diversas modalidades según lo que se quiera evaluar. De acuerdo con los objetivos y las características del modelo de enseñanza de la ciencia por indagación es importante poner la mirada en la evaluación formativa. ¿A qué nos referimos cuando hablamos de la evaluación formativa?, Felipe Martínez Rizo la caracteriza afirmando que la evaluación formativa en sentido amplio hace referencia a la retroalimentación que generalmente ofrece el maestro a sus alumnos. De acuerdo con esta idea, la evaluación formativa ha estado presente en las aulas desde hace mucho tiempo, pero este concepto ha venido evolucionando particularmente desde fines del siglo XX y en la actualidad es un tema novedoso de suma importancia. Una definición más reciente del enfoque formativo comienza a gestarse a partir de los años noventa, cuando recibe la influencia de la revolución cognitiva, es entonces cuando se concede mayor importancia a los procesos mentales y se empieza a mirar a la evaluación como parte integral de la enseñanza-aprendizaje y como un proceso en el que interviene la construcción del conocimiento a partir de lo que se ha aprendido previamente; no se



Cristina Aguilar Ibarra

POR QUÉ EL TRÍO: CONCEPTOS, PRÁCTICAS Y EPISTEMOLOGÍA SE HALLA EN EL CENTRO DE LOS ESFUERZOS POR CORREGIR LOS ESTÁNDARES PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN LOS GRADOS ESCOLARES K-12

Motivos relacionados con la ciencia

Las ideas clave de las diferentes disciplinas sirven como anclas para construir una mayor y más profunda comprensión sobre la materia de estudio.

En las investigaciones que compararon expertos con novatos, los hallazgos demostraron que independientemente del campo de estudio, los expertos se alimentan de una base de conocimiento muy nutrida... una comprensión profunda de la materia de estudio transforma la información factual en conocimiento útil. La investigación también muestra que

“Una diferencia sustancial entre expertos y novatos es que el dominio que tienen los expertos sobre los conceptos impulsa su comprensión sobre nueva información: les permite ver patrones, relaciones o discrepancias que no son aparentes para los novatos... su comprensión conceptual les permite extraer de la información un nivel de significados que no es aparente para los novatos y les ayuda a seleccionar y recordar información relevante... Los

expertos también pueden tener acceso fluidamente a información relevante porque su comprensión de la materia de estudio les permite identificar lo que es relevante” (*National Research Council*, 1999, p. 12).

Se considera que una implementación exitosa de los NGSS, que se enfoque en la adquisición de conceptos científicos, puede ayudar a los estudiantes a progresar hacia el desarrollo y uso de un marco conceptual de ciencias que les permitirá convertirse progresivamente en algo más que novatos y pensar más como los científicos. Un estudiante que adquiere un marco conceptual está mejor habilitado para aplicar lo aprendido en nuevas situaciones y para aprender más rápidamente información relacionada (loc.cit.). Por ejemplo un estudiante que ha adquirido una comprensión conceptual del clima local puede comprender con relativa facilidad los fenómenos climáticos en alguna otra parte del planeta.

Las prácticas científicas son el vehículo que impulsa la indagación científica. Ayudan a enfocar la atención y a generar preguntas que pueden ser respondidas científicamente brindando evidencias comprobables. Involucrarse en todas las prácticas es parte medular de hacer ciencia y del progreso de la disciplina; sin ellas no habría progreso en la ciencia como una actividad gene-

radora de modelos, explicaciones y teorías comprobables. No habría una comunidad científica como tal.

Es importante para los estudiantes tener criterios basados en evidencias para poder hacer juicios sobre sus indagaciones científicas. Pero deben conocer y adoptar estándares sobre las evidencias o estándares epistemológicos inherentes a varias disciplinas de la ciencia, de manera que sepan qué es una evidencia confiable y válida en una determinada disciplina científica. Con estas bases los estudiantes pueden distinguir lo correcto y lo incorrecto; también pueden involucrarse en una vigorosa argumentación sobre modelos y teorías científicas relevantes sabiendo muy bien lo que es significativo o lo que es trivial en dicha disciplina.

El trío (conceptos, prácticas y epistemología) responde a las debilidades percibidas en la enseñanza de la ciencia en los grados K-12 en Estados Unidos. Una de las mayores debilidades de la educación en ciencias para K-12 es que “no está sistemáticamente organizada a lo largo de los muchos años de escuela, hace énfasis en datos discretos y se enfoca más sobre la amplitud que en la profundidad. Además no ofrece oportunidades que atraigan a los estudiantes a experimentar cómo se hace la ciencia en realidad” (*National Research Council*, 2012, p. 1).

En otras palabras, el Marco y los NGSS sostienen que se pueden eliminar estas debilidades creando e instrumentando primeramente estándares para la enseñanza de la ciencia, las cuales integren prácticas científicas y de ingeniería, ideas disciplinarias clave y conceptos transversales inmersos en las progresiones de aprendizaje de las ciencias. Hacer énfasis en la integración del trío y enfocarse en pocas ideas científicas clave ayuda a evitar la cobertura de muchos tópicos de manera superficial sin profundizar; evita abordar la ciencia como temas desarticulados; repetición de temas sin sentido; y “ayuda a clarificar lo que es más importante para dedicarle tiempo y evita la proliferación de temas detallados por aprender sin una base conceptual” (p.11). Las dimensiones (conceptos, prácticas y epistemología) son un componente esencial para superar las debilidades, articulando una amplia gama de expectativas sobre los estudiantes en ciencias que están basadas en la investigación.

Las tres dimensiones ayudan a clarificar la ciencia. Por ejemplo, mientras las ciencias comparten rasgos y habilidades en lo que corresponde a las prácticas, las ideas disciplinarias clave difieren o enfatizan diferentes perspectivas, por lo tanto separan ideas clave de acuerdo a diferentes conjuntos de conocimiento disciplinario. Los conceptos transver-

sales trascienden las ciencias individuales y sostienen la idea de conceptos unificadores a través de diversas disciplinas científicas. Es de vital importancia para los estudiantes comprender las relaciones entre las ideas disciplinarias clave y los conceptos transversales a medida que se involucran en investigaciones científicas caracterizadas por prácticas científicas.

Motivos relacionados con la investigación

Las propuestas del Marco, que se han formulado como NGSS, se basan en hallazgos sólidos sobre el estudio del aprendizaje de la ciencia. En 1999 el National Research Council publicó un informe llamado *Cómo aprende la gente* (*How People Learn*, NRC, 1999). El informe consolidó los hallazgos del estudio del aprendizaje en diversos campos. En las investigaciones que compararon expertos con novatos, los hallazgos demostraron que independientemente del campo de estudio, los expertos se alimentan de una base de conocimiento muy nutrida para hacer preguntas, identificar patrones y presentar argumentos razonables. El dominio de conceptos en un marco intelectual da forma a la manera en que se comprende la información nueva. Por lo tanto, resulta razonable que al enseñar las ciencias a los niños se les

deben ofrecer oportunidades en las escuelas para trabajar y aprender a pensar como científicos.

En la edición especial del informe, *Cómo aprende la gente*, un puente entre la investigación y la práctica (*How People Learn: Bridging Research and Practice*, NRC, 1999) se resaltan tres hallazgos importantes acerca de los niños sobre los cuales podría basarse la práctica en el aula:

1. Los estudiantes acuden al aula con preconcepciones acerca de cómo funciona el mundo. Si no se involucra este conocimiento inicial, ellos podrían dejar de captar los conceptos y la información nueva que se les imparte, o sólo memorizarla con el propósito de pasar un examen sin realmente modificar sus ideas previas.

2. Para poder desarrollar competencia en un área de aprendizaje, los estudiantes deben contar con una base profunda de conocimientos factuales y un sólido marco conceptual.

3. Pueden enseñarse estrategias que permitan a los estudiantes monitorear su comprensión y avance en la solución de problemas. (pp.10, 12-13).

Posteriormente la publicación, *“Cómo llevar la ciencia a la escuela: el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en los grados K-8”* (*Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*, NRC, 2007), reunió

trata de repasar nuevamente lo que se aprendió como consideraban los conductistas, sino de explorar los conceptos erróneos para construir ideas y poder acercarse progresivamente a los conocimientos nuevos. Al respecto la OCDE afirma que el propósito de la evaluación formativa es conducir a los estudiantes a desarrollar sus propias habilidades de aprender a aprender, en otras palabras se trata de poner en juego las estrategias metacognitivas.

La metacognición se refiere a las actividades de reflexión y dirección del propio pensamiento por parte de los estudiantes. Implica estar pendiente de la comprensión, estar consciente de las estrategias que se usan para aprender y reconocer cuando se han alcanzado los objetivos de aprendizaje o necesitan ser revisados o mejorados. En la evaluación con enfoque formativo la retroalimentación es un punto clave, lo importante no es averiguar si un alumno domina o no un tema sino que se contribuya de manera efectiva en el avance de su aprendizaje y al logro de la meta propuesta, es decir, que los alumnos aprendan.”

“Si consideramos que la enseñanza indagatoria de las ciencias y el enfoque formativo de la evaluación son congruentes y complementarios, podemos admitir que su relación es como anillo al dedo, es decir, son el uno para el otro, y por tanto es muy recomendable enfatizar y reforzar la incorporación de la evaluación formativa en las aulas donde se enseña y aprende por indagación.

He puesto énfasis en la evaluación formativa, pero sería injusto no mencionar a la evaluación sumativa. Una buena evaluación sumativa, entendida como la que se lleva a cabo al final de un grado o al terminar un nivel educativo debe regirse por requisitos técnicos y procedimientos derivados de la investigación en evaluación, por lo que puede aportar información general valiosa que complementa la que ofrece la evaluación formativa tanto en el rendimiento académico como de los puntos fuertes y débiles del modelo.”

“Un aspecto fundamental en la enseñanza por indagación, al igual que de la evaluación, es la formación docente. Debieran estar incorporados en el curriculum de la educación Normal. Es un punto que hay que tomar en cuenta, insistir en ello.”

una enorme cantidad de estudios y hallazgos provenientes de la psicología cognitiva y del desarrollo, de la educación en ciencias, así como de la historia y filosofía de la ciencia para sintetizar lo que se sabe acerca de la manera en que los niños en los grados de K-8 aprenden las ideas y la práctica científica. El estudio reporta que “los estudiantes aprenden ciencia involucrándose activamente en las prácticas científicas; para un pleno desarrollo del dominio de la ciencia se requiere de una amplia gama de enfoques de enseñanza” (p.3). Además, “la comprensión tanto nutrida como ingenua que tienen los niños sobre el mundo natural puede ser el cimiento para que desarrollen su comprensión sobre los conceptos científicos. Al mismo tiempo, su comprensión sobre el mundo natural algunas veces contradice las explicaciones científicas y plantea obstáculos para el aprendizaje de la ciencia. Por lo tanto es crucial tomar en cuenta el conocimiento previo de los niños para el desarrollo de una enseñanza que aproveche los aspectos que impulsarán el aprendizaje y que aborde de manera adecuada las áreas que puedan causar confusiones (p. 3)”. Igualmente se ha mostrado que aún los niños pequeños “demuestran razonamiento causal y saben distinguir entre las fuentes de conocimiento confiables y no confiables” (p.vii), sin importar su

sexo, raza o circunstancias socioeconómicas. Sin embargo, estos atributos no surgen de manera espontánea sino deben de ser alimentados con experiencias cuidadosamente estructuradas, con apoyo instruccional por parte de los maestros y con oportunidades para involucrarse de manera continua con un mismo conjunto de ideas a lo largo de semanas, meses o incluso años (p.3)”..

EL APRENDIZAJE EVOLUCIONA CON EL TIEMPO

Los hallazgos de la investigación sobre el aprendizaje y el desarrollo de los niños “pueden utilizarse para hacer un mapeo de las progresiones del aprendizaje en ciencias. Esto es, uno puede describir la forma de pensar cada vez más sofisticada que los estudiantes desarrollan cuando aprenden e investigan sobre un tema a lo largo de un amplio periodo (entre 6 y 8 años)”. Se ha generado una gran cantidad de evidencia a partir de estudios sobre las progresiones del aprendizaje y sobre el desarrollo intelectual y social de los niños.

LAS IMPLICACIONES PARA LA EVALUACIÓN

El Marco y los NGSS presentan retos y oportunidades respecto a la evaluación para el aprendizaje (“para ayudar a lo estudiantes mientras están aprendiendo”, Harlen, 2013, p. 16) como para

la evaluación del aprendizaje (“para descubrir lo que han aprendido hasta un determinado momento, Harlen, 2013, loc.cit).

Una nota histórica

En 1996 los Estándares Nacionales de Educación en Ciencia (NRC, 1996) destinaron una sección amplia para estándares de evaluación. Un rasgo distintivo de estos estándares es la alineación de la evaluación con todos los componentes de la visión que los estándares tienen sobre la educación en ciencias y también su alineación con los diferentes tipos de evaluación y sus propósitos. También indican que los diferentes tipos de evaluación deben complementarse entre sí. Subsecuentemente un estudio realizado a lo largo de tres años llamado Conociendo lo que saben los estudiantes: La ciencia y el diseño de la evaluación educativa (NRC, 2001) planteó los principios que requiere el sistema de evaluación para responder a las necesidades de educación en ciencias visualizada por dichos estándares. Se recomienda un sistema de evaluación **exhaustivo** (que abarque un rango de prácticas de evaluación que provean diversidad de evidencias para sustentar la toma de decisiones, evaluación formativa y sumativa, evaluación que impulse a los estudiantes a alcanzar las expectativas

incluyendo la evaluación de enseñanza de calidad); **coherente** (los modelos de aprendizaje en los que se basa la evaluación y los diferentes tipos de evaluación usada a través del sistema deben ser compatibles); **continuo** (debe presentarse continuamente e integrada con la enseñanza); **integrado** (“diseñado cuidadosamente para ajustarse a un sistema educativo más amplio y coherente que provea recursos y desarrollo profesional que asegure que los maestros tengan la capacidad de hacer lo que se espera de ellos de acuerdo a los estándares”); y de **alta calidad** (“alcanza estándares profesionales relevantes”), (NRC, 2001). El Marco recomienda este enfoque para el sistema de procesos de evaluación.

Retos planteados por los NGSS

Los NGSS están organizados en torno a progresiones del aprendizaje en ciencia y resaltan las expectativas de desempeño respecto a todas las dimensiones del Marco. El estándar K-2 que aparece a la derecha ilustra esta complejidad, especialmente porque parece demandar no solamente la evaluación del aprovechamiento, sino la presunta oportunidad apropiada para aprender.

Todas estas características deseables de la evaluación plantean enormes retos a los procesos de evaluación. Se requiere que haya tareas de evalua-

K-PS2-1 Movimiento y estabilidad: fuerzas e interacciones		
Los estudiantes que demuestren su conocimiento podrán: K-PS2-1. Planificar y realizar una investigación para comparar los efectos de distintas fuerzas o direcciones de fuerzas de empuje o de jalar sobre el movimiento de un objeto. [Aclaración: los ejemplos de fuerza de empuje o jalar pueden incluir un hilo amarrado al objeto que se jala; una persona que empuja a un objeto; una que detiene una pelota que rueda; y dos objetos que chocan y se empujan uno al otro.] [Límite de evaluación: la evaluación se limitará a distintas fuerzas relativas o diferentes direcciones, pero no ambas al mismo tiempo. La evaluación no incluye fuerzas de empuje o jalar sin hacer contacto, como las que producen los imanes.]		
La anterior expectativa de desempeño se desarrolló utilizando los siguientes elementos del documento NRC, A Framework for K-12 Science Education:		
Prácticas de ciencia e ingeniería Planificar y llevar a cabo investigaciones En K-2 planificar y realizar investigaciones para responder a preguntas o comprobar soluciones a problemas se desarrolla sobre experiencias previas y avanza hacia las investigaciones sencillas, basadas en pruebas justas, que rinden datos para apoyar las explicaciones o diseñar las soluciones. 1. Con orientación, planea y realiza una investigación en colaboración con tus compañeros. Conexiones con la naturaleza de la ciencia Las investigaciones científicas siguen diversos métodos • Los científicos utilizan distintas formas para estudiar el mundo.	Ideas disciplinarias básicas PS2.A: Las fuerzas y el movimiento • Al empujar y jalar se pueden producir fuerzas y direcciones distintas. • Empujar o jalar un objeto puede cambiar la velocidad o la dirección de su movimiento; puede iniciarlo o detenerlo. PS2.B: Clases de interacciones • Cuando los objetos se tocan o chocan se empujan entre sí y esto puede cambiar su movimiento. PS2.C: La relación entre la energía y las fuerzas • Al empujar o jalar con mayor fuerza los objetos se aceleran o desaceleran con mayor rapidez. (secundario)	Conceptos transversales Causa y efecto • Se pueden diseñar pruebas sencillas para reunir evidencia que apoye o refute las ideas de los estudiantes sobre las causas.

ción que integren todas las dimensiones, indicando la posición del estudiante “a lo largo de una secuencia de comprensiones progresivamente más

complejas respecto a una idea clave determinada y la aplicación sucesivamente más complicada de prácticas y conceptos transversales”. Habrá que

"Quisiera comentar la investigación que hice en mi doctorado que muestra algunos aspectos de la evaluación de los aprendizajes de la ciencia.

Fundamos el proyecto Pequeños Científicos en el año 2010, que es el proyecto colombiano de enseñanza en ciencias basado en indagación (ECBI) que busca renovar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales a través de la escuela primaria en Colombia. ¿Cómo lo hace? A través de la formación de profesores y la estrategia que utiliza es una estrategia de indagación guiada.

Mi pregunta de investigación fue: ¿cómo se compara el desempeño en ciencias de estudiantes que participan en programas ECBI con el desempeño de estudiantes que no participan en este tipo de programas?

¿A quiénes estudié? Tenía tres colegios que pertenecían a la estrategia ECBI y dos colegios que no eran ECBI. El tema en el cual me enfoqué fue Sistemas del Cuerpo Humano. Tenía estudiantes de 5º grado, 365 estudiantes que participaron en una prueba escrita y 147 estudiantes que hicieron pruebas de desempeño. Para realizar esta comparación lo que hice fue tomar algunos colegios enfocándome en sus resultados en pruebas como la prueba Enlace que hacen al final del año escolar. Esto lo tomé en

cuenta porque no quería que mis colegios ECBI tuvieran un excelente desempeño en esas pruebas y que los colegios no ECBI tuvieran un mal desempeño. Necesitaba tener colegios relativamente parecidos para poder hacer una comparación entre los colegios ECBI y los no ECBI. Otro factor que observé en esta investigación fue la fidelidad de la implementación del enfoque ECBI. No podemos asumir que nuestros profesores de indagación están haciendo indagación si no los observamos, así que las clases fueron todas grabadas y después las analizamos para saber si nuestros profesores eran realmente profesores ECBI y nuestros profesores no ECBI eran realmente profesores tradicionales.

Hicimos entrevistas a profesores para tener información sobre su experiencia docente y su formación.

Utilicé diferentes instrumentos para medir el impacto del Programa Pequeños Científicos en Colombia. Tenía un instrumento escrito, que eran preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas. Tenía una prueba de desempeño del pulso, que fue sacada de la evaluación TIMSS, en la cual a los estudiantes se les daba un cronómetro, una hoja de



María Figueroa



desarrollar estas tareas también para evaluar la capacidad de los estudiantes para establecer "conexiones entre ideas clave de las distintas disciplinas (por ejemplo usar el conocimiento sobre las interacciones químicas provenientes de la ciencia física para explicar fenómenos en contextos biológicos)" (Wilson, 2013, véase también el APÉNDICE 2).

Uno de los problemas de evaluación que implican un mayor reto de los NGSS es la evaluación de las concepciones científicas de los niños

que son "imperfectas" pero "productivas". Duncan y Revit (2013) sostienen que "es importante diferenciar entre ideas científicamente inexactas que son conceptualmente improductivas y comprensiones que son inexactas pero productivas, y que pueden promover el aprendizaje de comprensiones más sofisticadas. Las primeras están simplemente equivocadas, las últimas pueden considerarse incompletas, sobre simplificadas o atadas a contextos limitados". Puede ser de utilidad en la mayoría de

los casos, aunque generalmente no es atractivo, valorar la productividad siempre y cuando el concepto no esté plenamente equivocado.

Oportunidades de evaluación

Las expectativas de desempeño de los NGSS son objetivos de logro de cada grado y sugieren límites superiores para la evaluación. Por lo tanto los profesores y desarrolladores de currículo tienen que diseñar e implementar actividades de aprendizaje alineadas con los límites que establecen las evaluaciones sumativas. Aún cuando el Marco y los NGSS no son propiamente un currículo sí transmiten una visión sobre el aprendizaje o una pedagogía en las clases de ciencias, al incorporar las tres dimensiones de prácticas, ideas clave y conceptos transversales (Quinn, Keller y Moulding; Seminario web sobre el Marco, julio 2011; Quinn y Schweingruber, 2011). Es por esta razón que yo pienso que ofrecen una mejor oportunidad para el desarrollo de prácticas de evaluación para el aprendizaje explícitas, basadas en el contexto escolar y del aula y que se pueden incluir conforme transurre la clase.

El desarrollo para el aprendizaje (o evaluación formativa) ha sido explicada en muchas publicaciones de Wynne Harlen, Page Keely (2011), el NRC (2001), la Asociación de Maestros de Cien-

cias de Estados Unidos (NSTA) sólo por mencionar algunas. El último escrito de Harlen sobre este tema es un reporte reciente para el Programa de Educación en Ciencias de la Red Mundial de Academias de Ciencias (*Science Education Programme of the Global Network of Science Academies*, IAP). En este reporte intitulado *La Evaluación y la Educación en Ciencias basada en la Indagación: temas de política y práctica (Assessment & Inquiry-based Science Education: Issues in Policy and Practice)*, Harlen cita a Dylan William para clarificar la evaluación formativa: "La práctica en una clase es formativa en tanto la evidencia sobre el aprovechamiento de un estudiante sea identificada, interpretada y usada por el profesor, los aprendices o sus pares, para tomar decisiones sobre la enseñanza a seguir que estén mejor fundamentadas que las decisiones que hubiesen tomado en ausencia de la evidencia que fue identificada" (William, 2009, p.9 citado en Harlen, 2013, p. 17).

Ella describe los elementos de la evaluación formativa y brinda descripciones ilustradas, estrategias y viñetas de evaluación formativa puesta en acción. Discute su eficacia y eficiencia en la implementación de la ciencia basada en la indagación, en las preguntas de los maestros, en la retroalimentación a los estudiantes y hacia la enseñanza y en autoevaluación del estudiante y

evaluación de los pares. Su modelo de evaluación formativa es una parte integral de un proyecto de indagación para grados de 3° a 5° encabezado por Sue Doubler de los Centros de Investigación de Educación Técnica en Massachusetts (TERC por sus siglas en inglés). El proyecto se enfoca en la materia y se desarrolla en torno a las dimensiones y las progresiones del aprendizaje en ciencias del Marco. Está financiado por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (National Science Foundation).

Las evaluaciones integradas a la enseñanza son una parte sustancial de los materiales del currículo. Estas evaluaciones son variadas y pueden incluir "unidades alternativas desarrolladas externamente (materiales curriculares y evaluaciones); bancos de reactivos desarrollados externamente; portafolios o muestras de trabajos; tareas determinadas externamente; y técnicas de moderación que puedan ser utilizadas para fortalecer la equivalencia de estas evaluaciones y que fundamenten el balance entre inferencias y comparaciones requeridas con propósitos de seguimiento" (Wilson, 2013).

En el curso de los años, un grupo seleccionado de escuelas K-12 en el estado de Nueva York se dedicaron a hacer un amplio uso de actividades de evaluación integradas a la enseñanza

tales como muestras de los trabajos y registros de aprendizaje de estudiantes y maestros, técnicas de moderación y portafolios. Adoptaron esta evaluación en adición a los procesos obligatorios de seguimiento y rendición de cuentas de nivel distrital y estatal.

El Sistema de Ciencia de Opción Completa, conocido popularmente como FOSS (*Full Option Science System*) del *Lawrence Hall of Science* de la Universidad de California en Berkeley, también ha desarrollado un impresionante sistema de evaluación integrada a la enseñanza. Adaptó materiales del currículo existente para incluir las dimensiones múltiples del Marco al contexto del salón de clases.

Es posible y recomendable diseñar e implementar evaluaciones a gran escala basadas en el Marco y en los NGSS. DeBarger, Penuel y Harris (2013), han reportado un proyecto de evaluación a gran escala como parte de su Proyecto de Ciencia Basado en Indagación para educación media (PBIS por sus siglas en inglés). "Las unidades PBIS se alinean adecuadamente con las ideas clave del Marco y con el aprendizaje de los estudiantes en torno a contenidos integrados con las prácticas científicas" (p.4). Sus tareas de evaluación están enfocadas en el desarrollo de modelos y en evaluar a los estudiantes en su "habilidad para construir un modelo

papel y ellos tenían que pensar una estrategia para medirse el pulso después de hacer ejercicio. Se les decía "Diseña una estrategia para ver cómo cambia su pulso cuando hace ejercicio y dé explicaciones de lo que pasa en su cuerpo que hace que su pulso cambie", implicaba todo un conocimiento estratégico. Tenía un tercer instrumento: el de toallas de papel; eran toallas de absorción y le daba a los estudiantes diferentes materiales, toallas de papel, agua y ellos debían definir una estrategia para decirnos cuál toalla de papel absorbía mayor cantidad de agua. Ellos tenían diferentes instrumentos y no todos hacían la misma estrategia. Me interesaba tanto el proceso como el resultado. Ahí me enfoqué en conocimiento de procedimiento y en conocimiento estratégico. (...) Es fundamental trabajar en la confiabilidad de las evaluaciones. El desarrollo de las pruebas fue un tema de año y medio. Si vamos a medir y a tomar decisiones en relación a esas mediciones debemos tener pruebas confiables, sólidas y justas.

Resultados: Los estudiantes ECBI se desempeñaron siempre mejor que en el grupo control y esto pasó en todos los tipos de conocimiento: conocimiento declarativo; conocimiento procedimental, conocimiento esquemático en ciencias y conocimiento estratégico.

Están aprendiendo ciencias, están aprendiendo sobre sus sistemas del cuerpo humano y están aprendiendo habilidades de experimentación y están aprendiendo habilidades de indagación. Es algo que esperábamos, pero igual, es reconfortante demostrarlo de una manera rigurosa. También los estudiantes ECBI se desempeñaron mucho mejor en pruebas que nos miden habilidades del siglo XXI: toma de decisiones, de experimentación, de pensar estratégicamente cómo voy a solucionar un problema, todas ellas habilidades que se deben desarrollar y que se encuentran en los estándares de las nuevas generaciones.

Esto es solo un pequeño estudio y se sugiere hacer más investigación en más colegios y en otros temas porque únicamente trabajamos con el tema de Sistemas del Cuerpo Humano."

y usar dicho modelo para explicar un fenómeno; habilidad para construir un modelo y usar dicho modelo para hacer predicciones sobre un fenómeno; y habilidad para evaluar la calidad del modelo para explicar un fenómeno". La descripción de su trabajo se encuentra en http://www.k12center.org/rsc/pdf/s2_debarger.pdf

En el 2013 ocurrieron dos eventos significativos para abordar los retos presentados por los NGSS. Del 24 al 25 de septiembre el Centro para la Gestión de las Evaluaciones y Desempeño en K-12 (*Center for K-12 Assessment & Performance Management*) del Servicio de Pruebas de la Educación (*Educational Testing Services*) ofreció un Simposio de investigación acerca de la evaluación de las ciencias (*Invitational Research Symposium on Science Assessment*) en Washington, DC. El simposio exploró "las capacidades y competencias requeridas por los NGSS, así como los desafíos y oportunidades que representan para la medición. Se presentaron documentos solicitados acerca del diseño tanto de tareas sumativas como sistemas formativos que se adhieren a la visión de instrucción subyacente en los NGSS. Además se habló del trabajo que falta sobre políticas y prácticas, incluyendo las concesiones difíciles por hacerse en los diseños de los sistemas completos para la evaluación de las ciencias." La mayoría de estas presentaciones pueden encontrarse en línea en: www.k12center.org/events/research_meetings/science_assessment.html

Un segundo desarrollo es un comité de estudio de la NRC presidida por James W. Pellegrino (Universidad de Illinois en Chicago) y Mark R. Wilson (Universidad de California, Berkeley) que está por concluir su trabajo sobre El desarrollo de la evaluación sobre el dominio de la ciencia en K-12 (*Developing Assessment of Science Proficiency in K-12*). Wilson (2013) informó acerca de los roles de tres componentes que se están considerando para el sistema de evaluación. Éstos son: a) algunas evaluaciones basadas en el aula y diseñadas



para apoyar las actividades e instrucción en el aula; b) algunas evaluaciones diseñadas para monitorear el aprendizaje de las ciencias; c) algunos indicadores de proceso para darle seguimiento a la oportunidad para aprender, a la exposición a la enseñanza de alta calidad y a los recursos adecuados, así como otros factores que influyen en los resultados de los estudiantes. Es posible que se cuente con un informe definitivo para noviembre, 2013.

CONCLUSIONES

Es muy grande la promesa tanto del Marco y de sus NGSS como la de los avances en evaluación que se están produciendo. Sin embargo, para que estas promesas se cumplan y se realicen las evaluaciones que satisfagan las características deseadas y plasmadas en Conociendo lo que saben los estudiantes: La ciencia y el diseño de la evaluación educativa (*Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*), y en otras publicaciones existentes o próximas a salir debe haber cambios sustanciales de la cultura de enseñanza y aprendizaje de la ciencia prevaleciente en Estados

Unidos a nivel del aula así como de la cultura de evaluar en demasía, hacia una cultura educativa que podría describirse acertadamente como aquella basada en la indagación y que abunde en prácticas y discurso científico. También será necesario que haya: "mayor conexión y comunicación entre maestros y diseñadores de evaluaciones en distintas áreas de la ciencia; un desarrollo de ideas más coherente al paso del tiempo, en lugar de lecciones sin conexión. Se requerirán experiencias múltiples con cada práctica; aulas más nutridas de discurso; más oportunidades para realizar evaluaciones basadas en el aula que desarrollen el conocimiento y

comprensión del estudiante, así como su capacidad para utilizar sus conocimientos" (Quinn & Schweingruber, 2012).*

* Documento sobre su presentación en la VII Conferencia.

REFERENCIAS

- Achieve (2013). Next Generation Standards: For States, By States. Washington, DC: National Academy Press.
- Corcoran, T., Mosher, F.A. & Rogat, A. (2009). Learning Progressions in Science. Philadelphia: Consortium for Policy Research in Education.
- DeBarger, A.H., Penuel, W.R., & Harris, C.J. (2013). Designing NGSS assessments: Evaluating the efficacy of curricular interventions. http://www.k12center.org/rsc/pdf/s2_debarger.pdf
- Duncan, R.G. & Rivet, Anne E. (2013). Science learning progressions. *Science*, 339 (6118), 396-397.
- Duschl, R. (2012). Preparing for NGSS: planning and carrying out investigations. http://learningcenter.nsta.org/products/symposia_seminars/NGSS/files/PreparingforNGSS--PlanningandCarryingOutInvestigations_10-9-2012.pdf
- Harlen, W. (2013). Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies (IAP).
- Harlen, W. & the IAP Working Group (2009). Inquiry-Based Science Education: An overview for educationalists. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies (IAP).
- Keely, P. (2011). Formative assessment in science: Using students' ideas to inform instructions and promote learning. NSTA Web Seminars, May 2, 2011.
- National Assessment of Educational Progress (2009). What does the NAEP science assessment measure?. <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/science/whatmeasure.aspx>
- National Research Council (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (1999). How People Learn: Bridging Research and Practice. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2001). Knowing What Students Know: The Science and Design of Education Assessment. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2007). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: National Academy Press.
- Quinn, Helen & Schweingruber, Heidi (2012). The on-going role of the K-12 science framework. http://www.k12center.org/rsc/pdf/s1_quinn%20.pdf National Research Council, 2001
- Wilson, M.R. (2013). Update on the work of the NRC committee on science assessment. http://www.k12center.org/rsc/pdf/s2_wilson.pdf

APÉNDICE 1

Las tres dimensiones del Marco (Fuente: National Research Council, 2012, p3)

Prácticas científicas y de ingeniería

1. Hacer preguntas (para las ciencias) y definir problemas (para la ingeniería)
2. Desarrollar y usar modelos
3. Planear y llevar a cabo investigaciones
4. Analizar e interpretar datos
5. Usar las matemáticas, información y tecnología de computadoras
6. Desarrollar explicaciones (para las ciencias) y diseñar soluciones (para la ingeniería)
7. Participar en discusiones
8. Obtener, evaluar y comunicar información

Conceptos transversales

1. Patrones
2. Causa y efecto
3. Escala, proporción y cantidad
4. Sistemas y modelos de sistemas
5. Energía y materia
6. Estructura y función
7. Estabilidad y cambio

Ideas disciplinarias clave:

Las ciencias físicas

- PS1 La materia y sus interacciones
- PS2 El movimiento y la estabilidad: fuerzas e interacciones
- PS3 La energía
- PS4 Las ondas y sus aplicaciones en tecnologías para la transferencia de información

Ideas disciplinarias clave:

Las ciencias de la vida

- LS1 De moléculas a organismos: estructuras y procesos
- LS2 Los ecosistemas: interacciones, energía y dinámica
- LS3 La herencia: la herencia y la variación de tendencias
- LS4 La evolución biológica: unidad y diversidad

Ideas disciplinarias clave:

Las ciencias de la Tierra y el espacio

- ESS1 El lugar de la Tierra en el universo
- ESS2 Los sistemas de la Tierra
- ESS3 La Tierra y la actividad humana

Ideas disciplinarias clave:

La ingeniería y la tecnología

- ETS1 Diseño ingenieril
- ETS2 Vínculos entre la ingeniería, tecnología, ciencia y sociedad

APÉNDICE 2

Los desafíos para la evaluación

(Fuente: Mark Wilson, ETS Symposium, septiembre, 2013)

- Desarrollar fértiles tareas que evalúen las prácticas deseadas, así como el contenido y los conceptos transversales
- Contar con las plataformas y los recursos para administrar esta clase de tareas
- Escalar las tareas en la presencia de dimensiones múltiples y vínculos entre las mismas

- Calificar las tareas
- Desarrollar reportes informativos y útiles de los resultados de los exámenes
- Implementar estrategias de "moderación" en EUA
- Usar la información proveniente de las evaluaciones en el aula para efectos de rendición de cuentas
- Hacer uso de indicadores de proceso
- Armar los componentes en un sistema coherente

Proyecto de evaluación y avance de resultados en el Estado de México

RAYMUNDO EDGAR MARTÍNEZ CARBAJAL

El propósito de este artículo es compartir la experiencia sobre el desarrollo del proyecto de evaluación y seguimiento del Programa Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de las Ciencias en el Estado de México (SEVIC).

Mediante la recopilación y análisis de datos obtenidos a través de la observación de clases, aplicación de cuestionarios, realización de entrevistas, entre otras herramientas, se da cuenta de que la aplicación de los SEVIC contribuye positivamente a mejorar la percepción que tienen profesores y alumnos sobre la educación y aprendizaje de las ciencias.

No es fácil ponderar los resultados logrados en el estado más poblado del país, pero considerando que el Programa SEVIC en el Estado de México tiene como propósito contribuir en la formación científica de niños y niñas, es importante destacar la información que nos permite afirmar que el Programa está logrando buenos avances, aun cuando su cobertura es limitada.

La información se obtiene a través de un proceso de evaluación, seguimiento y monitoreo permanente de las acciones realizadas, diseñado desde que inició la operación del Programa con el propósito de conocer el grado de avance en el logro del objetivo y el cumplimiento de las metas establecidas.

Para contextualizar las acciones realizadas se ofrecen referentes de población y matrícula en educación básica del Estado de México y de su política educativa. Se destaca el proceso

de la evaluación y el seguimiento describiendo sus etapas, los acervos que documentan la experiencia de los protagonistas y los retos que enfrentamos para valorar los resultados y fortalecer el Programa.

APEGO A LA POLÍTICA EDUCATIVA ESTATAL

De acuerdo con las cifras del censo de población y vivienda del año 2010, el Estado de México cuenta con 15 millones 175 mil 862 habitantes, entre los cuales 4 millones 353 mil 914 son niños y niñas de entre 0 a 14 años de edad, es decir, el 29.05% del total de la población.

El Sistema Educativo Estatal atiende en el tipo educativo de educación básica en la modalidad escolarizada, a 3 millones 396 mil 157 estudiantes, de los cuales 580 mil 341 son del nivel de preescolar, 1 millón 961 mil 234

son de educación primaria y 854 mil 582 corresponden al nivel educativo de secundaria.

Ante esas cifras el Estado de México asume cada ciclo escolar el reto de mejorar la educación de sus habitantes, reconociendo en los Planes de Desarrollo del Estado de México la necesidad de la mejora de los estudiantes en las áreas de español, matemáticas y ciencias (PDEM, 2005-2011), frente a una problemática en la que un número importante de mexicanos carecen del nivel suficiente para reflexionar sobre sus acciones y comunicar sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica (PDEM, 2011-2017).

Esa situación ha demandado que en cada Plan de Desarrollo se establezcan programas y metas para mejorar la educación en las áreas mencionadas. En la presente administración gubernamental del Dr.

Eruviel Ávila Villegas, se ha reconocido la importancia de fortalecer programas que contribuyan al desarrollo de las competencias lectoras, matemáticas y científicas, para la comprensión y la solución de problemas de la vida en sociedad (PDEM, 2011-2017).

En ese contexto y desde el año 2009 se puso en operación el SEVIC en escuelas primarias públicas del Estado de México, y se reafirmó el Convenio entre la Secretaría de Educación Pública, la Asociación Civil Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (INNOVEC) y el Gobierno del Estado, para continuar con el esfuerzo tripartita de lograr el propósito que se estableció para el Programa SEVIC en nuestra entidad:

Contribuir a la formación científica de niños y niñas y al desarrollo de su capacidad de aprender, de trabajar en equipo y de participar activa e inteligentemente en el análisis y solución de problemas.

ESTRUCTURA PARA LA OPERACIÓN

El Programa SEVIC está articulado a la política educativa estatal y como todo programa gubernamental responde a los lineamientos legales, así como a la estructura de la administración, sin que por ello no atienda a las necesidades y características propias de la propuesta SEVIC tanto en lo pedagógico como en lo operativo. Para su operación, se estableció un fideicomiso para la administración de sus recursos, un Comité Técnico para la toma de decisiones con participación de diferentes áreas de la administración (administrativas, planeación, normativas, de ciencia y tecnología, contraloría) así como de los subsistemas educativos e INNOVEC.

La estructura de operación con la participación de las diferentes áreas involucradas permite responder de manera precisa a las necesidades y lineamientos normativos, con lo que se garantiza la transparencia, la pertinencia y la viabilidad de las acciones.

Para el desarrollo del Programa se cuenta con una Coordinación Estatal y una Operativa que dependen institucionalmente de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal de la Secretaría de Educación Estatal.

CRECIMIENTO CUANTITATIVO

Tener el respaldo de la política educativa estatal y estar anclado a la estructura administrativa institucional, permite prever recursos financieros y humanos, instalaciones para la organización y desarrollo de las acciones, apego a los objetivos y metas institucionales, así como evaluar los avances y el cumplimiento de lo previsto. Lo anterior ha favorecido la operación y el crecimiento paulatino del Programa, como se puede comprobar en las cifras de sus cuatro años de operación.

El Programa SEVIC inició en el Estado de México en el ciclo escolar 2009-2010 en 44 escuelas primarias, con 705 docentes y 25 mil 855 estudiantes. En el ciclo escolar 2012-2013 se trabajó en 161 escuelas, con 2 mil 568 docentes y 90 mil 322 estudiantes con quienes se trabajaron seis Unidades Temáticas (Clima, Suelos, Pruebas Químicas, Química de Alimentos, Circuitos Eléctricos y Ecosistemas), es decir, en cuatro años de operación la atención a estudiantes creció en un 248.34% y en un 266% el número de escuelas participantes.

PROYECTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Como Programa anclado en la estructura administrativa, sus avances en el logro de las metas son evaluados a través de las unidades administrativas correspondientes de la estructura institucional, pero además el Programa cuenta con un proyecto de evaluación, y seguimiento que fue diseñado desde que inició su operación con el objetivo de:

Conocer el grado de avance en el logro del propósito y las metas establecidas para el Programa, a través de un proceso de seguimiento y monitoreo permanente de las acciones reali-

"Tener el respaldo de la política educativa estatal y estar anclado a la estructura administrativa institucional, permite prever recursos financieros y humanos, instalaciones para la organización y desarrollo de las acciones (...)"



zadas y de indicadores que muestren el desarrollo de las competencias de los alumnos participantes en los SEVIC en la entidad.

Este proyecto de evaluación y seguimiento tiene un enfoque centrado en el aprendizaje y la formación, considera tanto la valoración del proceso como del impacto de sus resultados.

Para su desarrollo se toma en cuenta la asistencia del personal de la Coordinación Operativa en las escuelas con el propósito de presenciar el

desarrollo de las actividades, identificar problemáticas y ofrecer apoyo a los docentes en las diferentes unidades temáticas.

El proceso valora cómo se está implementando el Programa, obteniendo información sobre lo que llamamos factores asociados, como los procesos de organización de la dinámica escolar y de participación de los diferentes actores (directivos, docentes, estudiantes, padres de familia e incluso el personal de intendencia)

para el desarrollo de las actividades.

También se obtienen evidencias de trabajo sobre lo que está sucediendo en el salón de clase en torno a las actividades pedagógicas y se prevé contar con la información suficiente para valorar los resultados en torno a la formación científica.

¿Qué entendemos por evaluación y seguimiento? La evaluación es el proceso permanente de revisión de las acciones del Programa para constatar que lo que se hace incide favorablemente en el logro del objetivo, o bien para identificar oportunamente aquello que lo obstaculiza; a fin de fortalecer o reorientar las acciones en busca del logro de los objetivos que se planteen.

DESARROLLO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

Al ser un proceso permanente, tiene etapas de desarrollo y de logro, a corto, mediano y largo plazos, con propósitos específicos de acuerdo a la etapa y el alcance del logro del que se trate.

La primera etapa (corto plazo) fue el reconocimiento de la situación inicial en la que se puso en marcha el Programa. La segunda (mediano plazo –de 4 a 5 años), en la que estamos actualmente, consiste en obtener información sobre la implementación del Programa en las escuelas y los salones de clase. La tercera etapa (largo plazo de 5 a

6 años-cuando egresa la primera generación de estudiantes SEVIC de las escuelas primarias con quienes se inició) consistirá en la evaluación del impacto, es decir en valorar el grado de avance en las competencias científicas de los estudiantes.

Sobre la base de las opiniones de 563 docentes de los 705 que iniciaron el Programa (opinión captada a través de la aplicación de un cuestionario), y con referentes de bibliografía especializada, el panorama de trabajo sobre asuntos de ciencias en las escuelas era el siguiente: falta de materiales para la enseñanza, poco dominio de conocimientos científicos, desinterés por los temas de ciencias, percepción de poca posibilidad de uso del conocimiento científico.

Por otra parte, los resultados de la Evaluación Nacional de Logro de Centros Escolares (ENLACE) en el año 2008 señalaron que el mayor porcentaje de estudiantes de educación primaria estaba en el nivel de logro elemental, es decir que contaba con el mínimo de conocimientos sobre la materia.

Sobre el perfil profesional de los docentes con los que se inició podemos decir que el 88% tienen licenciatura en educación primaria, el 11% cuenta con estudios de posgrado y el 1% alguna especialidad en ciencias naturales. Son docentes de escuelas de organización completa, urbanas con tres grupos

por grado y en promedio con 35 estudiantes por grupo. Esa situación ha variado considerablemente frente al crecimiento que se ha tenido.

La segunda etapa consiste en un proceso a través del cual presenciamos y documentamos la aplicación de los SEVIC en escuelas participantes, con uso de recursos e instrumentos de acopio de información, que implica reunir datos, información y evidencias sobre el trabajo de las Unidades Temáticas en las escuelas y en el salón de clases.

Se visita a un 20% de las escuelas participantes en cada ciclo escolar, utilizando instrumentos de recolección de información como guías de observación sobre lo que sucede en las escuelas, en los salones de clase y sobre los productos del trabajo, así como cuestionarios para directivos, docentes y estudiantes.

ARCHIVOS DE INFORMACIÓN

Todo este proceso nos ha permitido reunir información con la que hemos integrado tres tipos de archivos:

- 1) documental, 2) fotográfico y 3) video.
- 1. Archivo documental**
- a) El archivo documental se integra por los informes realizados en cada ciclo escolar, hasta el momento se cuenta con cinco. En éstos se presenta un reporte cuantitativo que da cuenta de las actividades

realizadas y las metas alcanzadas, un reporte cualitativo de las fortalezas y las debilidades y un apartado de sugerencias para reorientar y fortalecer lo necesario, todo haciendo referencia tanto aspectos organizativos como pedagógicos.

b) Otra información que forma parte del archivo documental, es la generada por ENLACE de los años 2008 y 2012 cuando la evaluación consideró la asignatura de ciencias naturales. Esta información nos permitió identificar que en el año 2008 sólo el 17 por ciento de las 44 escuelas que iniciaron con el SEVIC estaban por encima del promedio estatal, pero para el año 2012 el porcentaje de esas escuelas subió al 50 por ciento, es decir, 11 puntos porcentuales de incremento en el número de escuelas que están por arriba del promedio estatal.

La información de ENLACE nos permitió hacer el seguimiento del comportamiento de las escuelas en sus resultados, observando una variación favorable en los promedios de puntajes entre los años 2008 y 2012, así como las diferencias positivas y negativas, identificando las escuelas que tuvieron un repunte con respecto a la primera evaluación y aquellas que tuvieron una baja en sus puntajes.

"Los SEVIC, por su esquema lúdico, experimental, hacen que los alumnos encuentren atractiva la propia escuela. Pienso yo que el programa SEVIC debería extenderse también a la escuela media superior donde tenemos un grave problema de deserción escolar y de acuerdo con algunos análisis que hemos hecho, una de las principales causas por las que desertan es la cuestión económica y la otra es que no les parece atractiva la institución educativa. Entonces tenemos que formar un nuevo perfil del docente y desde luego nuevos abordajes que sean atractivos para los chicos en la enseñanza de las ciencias".



Jorge Alejandro Neyra

(En representación de Raymundo Edgar Martínez Carbajal)

“ENLACE nos permitió hacer el seguimiento del comportamiento de las escuelas en sus resultados (...)identificando las escuelas que tuvieron un repunte.(...)”

Es importante reconocer que el Programa (SEVIC) forma parte de los elementos del contexto de las escuelas que permitieron esa variación favorable.”

Aun cuando no se puede afirmar que por el SEVIC estas escuelas tuvieron esos resultados -pues hay una gran cantidad de elementos que influyen- es importante reconocer que el Programa forma parte de los elementos del contexto de las escuelas que permitieron esa variación favorable.

c) Dentro del archivo documental también contamos con otro

invaluable material, que es el testimonio directo de los principales protagonistas: los niños y las niñas participantes en el Programa. Este material se ha obtenido a través de cuestionarios que son respondidos por los estudiantes de su puño y letra. En éstos encontramos expresiones que dan cuenta del gusto e interés que está dejando el trabajo de SEVIC en niños y niñas, en contraste con el poco interés por los temas de ciencias encontrado en el momento inicial del Programa.

2. Archivo fotográfico

Este archivo es una evidencia del trabajo en las escuelas, de los docentes y de los niños y niñas, en éste queda la imagen como testimonio de lo realizado, de las formas de organización del salón de clase, de los estilos de trabajo, de las habilidades de los estudiantes y de muchos elementos que pueden ser identificados por un observador interesado en la imagen como huella del trabajo.

La imagen de los niños y docentes trabajando con los materiales proporcionados, también constituyen una rica fuente de análisis, por ello se ha promovido la integración de este archivo como fuente de información para la evaluación.

3. Archivo en video

Al igual que el fotográfico es fuente de

valiosa información y testimonios, que puede ser analizada para valorar, a través de la expresión oral y de la imagen en movimiento, el manejo de conceptos por parte de docentes y estudiantes, el desarrollo de habilidades y de actitudes e intereses.

Este material presenta la enorme ventaja de ser usado repetidamente en el tiempo y en diferentes espacios, por lo que no sólo queda en el registro de la memoria o en la toma de notas.

Los archivos integrados hasta el momento son un acervo importante que sirve de referente para preparar la tercera etapa del proceso que es la evaluación del impacto de los resultados, es decir, en el desarrollo de competencias para contribuir en la formación científica de los estudiantes que participan en el Programa SEVIC.

Para ello es necesario realizar el análisis y la valoración de los logros con referencia a las experiencias vivenciales significativas y el desarrollo de las competencias, considerando elementos como: la comprensión y manejo de conceptos, la participación en el proceso formativo, las habilidades para la búsqueda y uso de la información, para cuestionar y sacar conclusiones, así como la expresión de actitudes de colaboración y la sensibilización ante problemáticas relacionados con los saberes científicos y la vida cotidiana.

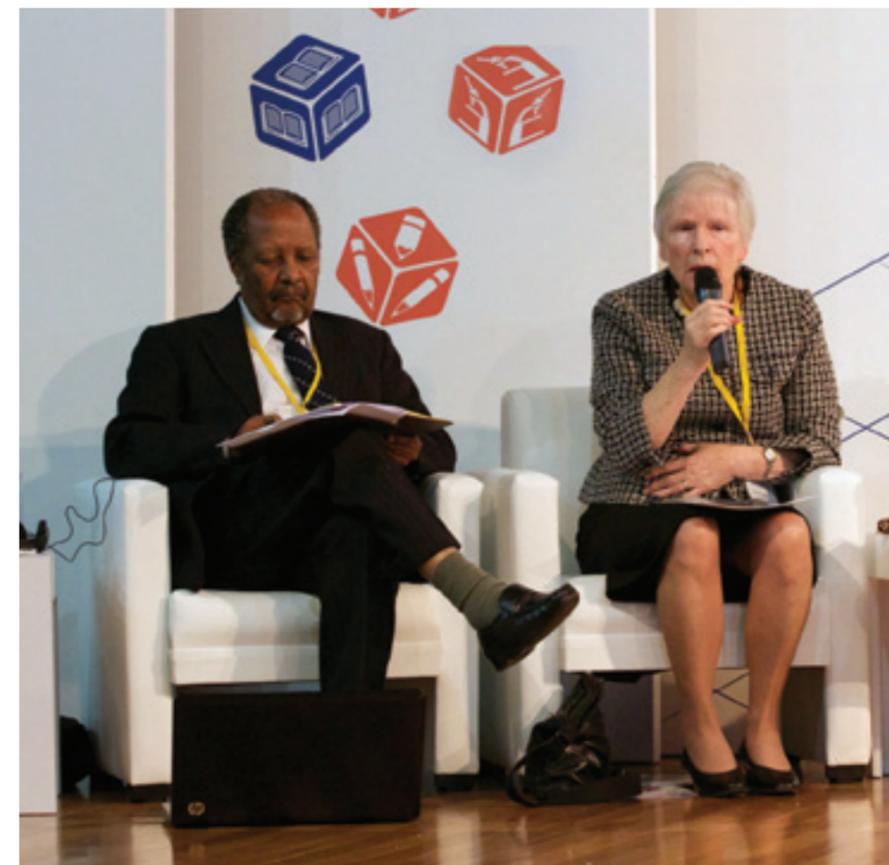
Otro reto, que ya estamos enfrentando, es el crecimiento hacia los niveles de educación preescolar y secundaria, pues nuestra intención es fortalecer la formación científica a lo largo de la educación básica.

Esta etapa representa el mayor reto para la evaluación del Programa, sin embargo, estamos convencidos de que contamos con los insumos y el recurso material y humano para hacer frente a esa tarea y con ello tendremos la seguridad de poder hablar en un mediano plazo de los resultados en la formación y el desarrollo de competencias científicas, porque ya tenemos evidencias de esos logros, que seguramente impactarán en la formación académica de los educandos.

El Gobierno del Estado de México apegado a las directrices que marca la Reforma Educativa puesta en marcha por el Presidente de la República, Licenciado Enrique Peña Nieto, echa mano de estos Programas para alcanzar la Normalidad Mínima que contempla el actual proyecto de Nación.

Muchas Gracias.

*Transcripción de participación.



"Otro reto es el crecimiento hacia los niveles de educación preescolar y secundaria, pues nuestra intención es fortalecer la formación científica a lo largo de la educación básica."

Como muchos otros países, Canadá está haciendo cambios en su sistema educativo. Estas reformas son cambios a largo plazo. De acuerdo a los nuevos marcos, la solución de problemas, el pensamiento crítico y la comunicación son competencias que deben implementarse. Estoy muy preocupada acerca de cómo los maestros manejarán la complejidad de estos marcos. Además la innovación de estos objetivos resultan complejos en términos de evaluación.

Particularmente pienso en los maestros de Educación Primaria con quienes he trabajado. Ellos no tienen una formación científica; tienen que dejar atrás la transmisión de hechos y trabajar arduamente para desarrollar con los niños ideas que eventualmente progresarán en conceptos científicos.

Otro punto a considerar es la diversidad de propósitos que tiene la evaluación. Es importante tener claro por qué llevamos a cabo una evaluación.

Un aspecto adicional a considerar son los conceptos transversales comunes a todas las disciplinas científicas. Recordemos que los maestros de primaria no son especialistas en ciencias. Ellos enseñan idiomas, matemáticas, arte, historia, etc. Ellos enseñan todas las asignaturas. ¿Cómo se enfrentarán a estas múltiples dimensiones de la evaluación, particularmente cuando sean introducidos en la Enseñanza de la Ciencia Basada en Indagación?

Estos marcos son intelectualmente atractivos para mí, pero no estoy segura que lo serán de igual forma para los maestros de primaria dado que atienden alrededor de 30 a 35 estudiantes. Aquí me considero un poco como el abogado del diablo, cuestionando la realización de la evaluación.

También les quiero hablar acerca de un cambio que está por venir en el proceso de evaluación en Canadá. Se proponen reducir las evaluaciones externas a los estudiantes. En lugar de aplicar los exámenes que realiza el gobierno al finalizar cada año escolar en los grados de 3º a 6º, se evaluará a comienzos del año. Al retroalimentar rápidamente al maestro con los resultados, el maestro podrá conocer a los estudiantes y saber en que nivel se encuentran al comenzar su enseñanza y entonces personalizar el currículo, y adaptar la manera de enseñar. Esto es evaluación formativa para el gobierno canadiense; la cual difícilmente se ha realizado antes. Casi siempre se había realizado evaluación sumativa



Patricia Rowell

CONCLUSIONES

Mediante el análisis de datos obtenidos en distintas investigaciones, puede afirmarse que la aplicación de la enseñanza de la ciencia con un enfoque indagatorio contribuye positivamente en el aprendizaje y desarrollo de habilidades en estudiantes. En este camino, la evaluación formativa ha mostrado ser un elemento fundamental para identificar los logros de aprendizaje y reforzar lo enseñado a través de esta metodología. La evaluación entonces se convierte en parte fundamental de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, para incorporar efectivamente una evaluación que abone a la formación, es necesario cambiar la cultura del "evaluar excesivamente" para medir resultados, por una cultura donde se considere al estudiante como un individuo capaz de participar activamente en su aprendizaje y en el desarrollo de sus habilidades.



Panel IV de discusión

EL PAPEL DE LA ESCUELA,
LOS DOCENTES Y LAS POLÍTICAS
PÚBLICAS EN LA EVALUACIÓN
DEL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA
BASADA EN LA INDAGACIÓN



Conferencistas:

- Armando Loera Varela
- Lee Yee Cheong



Panelista:

- Ubaldo Ávila Ávila



Moderador:

- Arturo M. Fernández Pérez

La brecha en la enseñanza de la ciencia: comparación de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas de tres países latinoamericanos y los participantes de los estudios TIMSS Videos 1999.

ARMANDO LOERA VARELA

La siguiente presentación muestra los resultados de un estudio realizado por Heurística Educativa, solicitado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El objetivo fue conocer qué es lo que hacen los docentes una vez que cierran el aula y revisar qué prácticas son más efectivas para el aprendizaje en distintos países latinoamericanos. Se analizaron variables como: tiempo de duración de la lección, tiempo dedicado a la discusión colectiva, qué tanto se lleva a cabo una pedagogía basada en experiencia, en experimentos, en procedimientos, entre otras.

Se identificó que mientras más se promueva la reflexión, el análisis, el debate y se dedique tiempo al conocimiento canónico y a procedimientos por igual, habrá mejores resultados en el aprovechamiento de los estudiantes.

Muy buenos días maestras, gracias por focalizarse tanto en las necesidades de aprendizaje de los niños. Desde hace ya unos 30 años hemos estado haciendo estudios en escuelas, en aulas en varios países, fundamentalmente en México, y nos hemos dado cuenta, si bien nos hacen falta más elementos, que hay cierta diferencia en las prácticas pedagógicas según el género. Las maestras observan mucho más las necesidades de aprendizaje de sus alumnos que los varones maestros. Muchas gracias por hacerlo.

Muchas gracias maestros porque esos mismos estudios nos dicen que ustedes se preocupan más por terminar el programa, cueste lo que cueste, a pesar de que sus alumnos no les entiendan mucho, pero es también muy relevante poder avanzar a ritmo y a tiempo.

También, muchas gracias a los invitados nacionales e internacionales por conversar con nosotros sobre el estado de los aprendizajes y de las enseñanzas de un tema tan relevante como el de las ciencias.

LAS PREGUNTAS

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), conociendo que hemos hecho varios estudios basados en lo que hacen las y los docentes en sus aulas, fundamentalmente registrando ese quehacer en videos, nos solicitó hacer un estudio cualitativo con una muestra poblacional representativa de varios sitios de interés. La pregunta de la Oficina de Educación, específicamente de la Enseñanza de la Ciencia de las Matemáticas, en Washington, por parte del BID, fue ¿Qué es lo que hacen los docentes una vez que cierran el aula?,

porque reformas van, reformas vienen, currículos cambian, planes de estudios cambian, textos cambian, pero no sabemos muy bien qué es lo que sucede dentro del aula.

Lo poco que sabemos sobre lo que sucede está muy sesgado por autoreportes cuando uno le pregunta a los maestros “¿usted, cómo le hace para enseñar esto?” o está muy sesgado por una serie de otros elementos. Los videos no son una forma perfecta de observar la realidad, tienen sus propios sesgos, pero complementan con información que de otra manera se olvida.

La pregunta la subdividieron en Washington en dos: ¿Qué tan diferente es lo que hace un maestro mexicano en relación a lo que hacen otros maestros en otros países de Latinoamérica? y ¿qué tan diferente es lo que hacen nuestros maestros mexicanos y de otros países de Latinoamérica con lo que mostraron maestros de países desarrollados que participaron en un estudio muy famoso llamado TIMSS-videos? TIMSS videos (Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencia basado en videos), llevó al debate en algunos de los países que participaron lo relevante de tocar aspectos pedagógicos. En educación, en política educativa, estamos llenos de debates sobre qué tanto se debe de gastar en educación, qué tanto se debe dar autonomía a las escuelas, de qué manera se deben evaluar a escuelas y docentes, pero dedicamos muy poco tiempo a lo más difícil de cambiar en educación que es cómo se enseña. Dicho de otra manera, cómo se enseñan y aprenden las cosas que la sociedad quiere que se aprendan dentro de la escuela.

Lo que voy a hacer aquí es ponerle número al tamaño del reto que tenemos enfrente. Ya en el anterior panel se hizo un llamado para hacer las cosas diferentes, lo que yo voy a mostrar es más o menos dónde estamos ahora, por lo menos uno de los grupos más importantes de nuestro país.

Antes de que existiera el afamado examen PISA, evaluación de la OCDE,

hubo otro examen internacional igualmente famoso llamado TIMSS, Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencia. En 1995 se realizó este examen. Por parte de América Latina participaron Argentina y México dentro de un grupo de 45 países. Se aplicaron exámenes y encuestas de factores asociados, -instrumentos tradicionales en este tipo de evaluaciones internacionales-, y fue uno de los primeros de estos instrumentos que generó un debate internacional alrededor de los temas del escalamiento y de la jerarquización de los países de acuerdo de qué tanto aprenden sus niños. En 1999, se hizo tan famoso el título de este estudio que le cambiaron la T de Tercero a T de Tendencias y ahora ya permanentemente se llama estudio de Tendencias en la Enseñanza de las Matemáticas y Ciencia.

Cuando se hacen estos estudios hay una gran especulación. Cuando los niños de un país típicamente asiático, por ejemplo, salen arriba de los norteamericanos la pregunta

es ¿por qué?. Si salen arriba de los latinoamericanos casi nadie se pregunta ¿por qué?, siempre están los comentarios “Ah bueno, ellos son ricos, nosotros somos pobres, no hay mucho que hacer al respecto” está la gran excusa por delante. Vienen una serie de atribuciones ilógicas, inconsistentes o débiles, del por qué se dan así las cosas. Típicamente, la gente que resulta culpable más directamente o a la que los políticos les encante echar la culpa es ¿a quiénes?: “Los Maestros”. Todo el mundo tiene la culpa, excepto el sistema, excepto los que hacen la política educativa, los que más tienen la culpa son los que están frente a los niños, los que están tratando que las cosas avancen, los maestros. Alguien preocupado por este tema dijo: ¿Será cierto realmente que los maestros tienen algo que ver? ¿Es posible atribuirle al quehacer específico a los maestros estas diferencias enormes, estas brechas en los aprendizajes de los alumnos, esto que hace que en un país se aprenda tanto y en otros se aprenda





tan poco? ¿Será algo tan sencillo? ¿Qué tal si hacemos un estudio en donde vamos a ver qué es lo que está pasando dentro de las aulas? Y en 1995 se hizo un primer estudio basado en videos, fundamentalmente sobre clases de matemáticas. Tardaron 4 años en hacer las traducciones, en hacer los análisis y por ahí en 1999 empezaron a salir algunos resultados.

Uno de los libros más interesantes que emergió de ese estudio se llamaba: "La brecha de la enseñanza". Estaba muy centrado en demostrar por qué los maestros japoneses enseñaban mucho mejor matemáticas que los maestros de Estados Unidos o de Alemania, por

ejemplo. Fue muy interesante, pues se situaron por primera vez en muchos años los aspectos pedagógicos en el centro del debate, más allá de aspectos económicos, de estrategias generales, se debatió lo que sucedía dentro de las aulas. Entonces, se dijo: "vamos a crear otro estudio con una muestra más amplia y otros criterios para darle un seguimiento más puntual a esto." Se involucró de nuevo Estados Unidos, el Centro Nacional de Estadística de Estados Unidos es quien ha estado apoyando económicamente estos estudios al igual que Japón que utilizó los mismos videos que se han usado en el 95, pero como novedades estuvieron

Australia, La República Checa, Hong Kong, Holanda y Suiza.

La encomienda que nosotros recibimos por parte del BID fue: ¿Qué tal si hiciéramos una réplica de ese estudio? ¿Qué pasaría si la aplicamos a países latinoamericanos? Para poder hacer el estudio dijimos ¿qué estudio latinoamericano existe que nos ayude a hacer lo que hizo TIMSS-videos?

TIMSS-videos se basó en la muestra del estudio TIMSS. Nosotros necesitábamos un estudio latinoamericano del cual tomar su muestra, que fuera aleatoria, representativa de los países que iban a participar. Afortunadamente, contamos con un estudio realizado por la oficina regional para América Latina y el Caribe de la UNESCO con sede en Santiago que realizó el estudio SERCE, Segundo Estudio Regional Corporativo y Explicativo. Ese estudio se realizó entre el 2005 y 2006 y se enfocó a la lectura, matemáticas y ciencias en 3º y 6º grado. TIMSS-videos se orientó al 2º año de secundaria, el SERCE a 3º y 6º de primaria.

LA MUESTRA

La muestra de escuelas que utilizó SERCE es exactamente la misma muestra de escuelas que nosotros utilizamos. ¿Qué es lo que mostró el SERCE? En primer lugar, que los cubanos están inusualmente bien en matemáticas y

en ciencias, mucho más alto que otros países latinoamericanos. Según lo mide el PERCE y el SERCE, el primero y el segundo estudio latinoamericano de la UNESCO, Cuba está mucho más allá que una media y una desviación estándar, es más allá de lo que cualquiera pueda explicar. Obviamente que uno como investigador dice: yo quiero ir a Cuba, quiero meterme a las aulas, quiero saber que está pasando ahí, el problema es que los que querían ir a Cuba y meterse a las aulas tenían dinero del BID y ustedes saben que hay limitaciones geopolíticas que impiden ese tema. A pesar de que uno de los principales responsables cubanos de llevar a cabo el SERCE nos dio su apoyo, no fue posible entrar a las aulas de Cuba ¿Quién ocupó en ciencias y matemáticas el segundo lugar en ese estudio? Uruguay y Nuevo León resultaron empatados. El Doctor Reyes Tamez, cuando se hizo el SERCE, solicitó a la UNESCO hacer un estudio específico para Nuevo León, eso fue muy afortunado. Nuevo León participó en matemáticas y ciencias, México a nivel nacional solamente en matemáticas, no participó en ciencias.

Quien quedó en el promedio regional fue Colombia. Nos interesaba mucho Colombia, pero esto fue en el 2010, ese año había elecciones presidenciales y nadie del Ministerio de Educación de Colombia quiso hacerse cargo del

tema. Entonces nos vamos a donde usualmente sucede con estos tipos de estudios internacionales, a donde se puede, a los países donde es posible negociar las entradas. Pudimos entrar a República Dominicana, que son los que quedaron en último lugar en el estudio SERCE a nivel latinoamericano, y Paraguay que no está a la mitad como Colombia, pero está ahí en un lugar interesante. Sin embargo, queda la necesidad de ir a Cuba y ver qué está pasando ahí.

"¿Es posible atribuirle al quehacer específico de los maestros estas brechas en los aprendizajes de los alumnos, esto que hace que en un país se aprenda tanto y en otros se aprenda tan poco? ¿Será algo tan sencillo?"

Este estudio está basado, no en exámenes, no en reportes de maestros, está basada fundamentalmente en lecciones registradas en video. Nos enfocamos en 6º año de primaria, en Paraguay, República Dominicana y Nuevo León. El trabajo de campo en

los tres sitios de estudio se llevó a cabo entre septiembre y noviembre del 2010. La muestra, les decía yo, la basamos en SERCE. SERCE había pasado 5 años antes de nuestro estudio y cuando fuimos a las escuelas que habían participado ya no todas estaban operando, a excepción de las de República Dominicana. Ahí encontramos funcionando al 100% de escuelas que participaron en el estudio SERCE, en Paraguay el 84 % y en Nuevo León el 73 %. Con todo y esto, logramos que el tamaño de nuestra muestra fuera comparativa con el estudio TIMSS.

El estudio TIMSS-videos de 1995 tuvo una muestra general de 231 lecciones de matemáticas y ciencias, el estudio TIMSS-videos de 1999 tuvo 638. El tamaño de la muestra en TIMSS-videos por país se puso en 100. Hubo un país, Suiza, que tuvo 140 dada su diversidad lingüística y cultural, pero 100 lecciones era el tamaño idóneo. Nosotros tuvimos 101 lecciones en Nuevo León, 100 en Paraguay y 96 en República Dominicana. Para ser un estudio cualitativo es un tamaño de muestra bastante importante. En ciencias, en total recolectamos 234 horas de enseñanza, sumando los tres sitios. Nuestro estudio, basándonos en el análisis que hizo TIMSS-videos, se centró en 57 dimensiones de la enseñanza y realizamos 137 comparaciones en ciencias.

"Lo que hemos aprendido sobre cómo mejorar los sistemas educativos a partir del análisis de experiencias internacionales es: o se confía en los maestros o se fracasa; esa es la lección universal, la clave está en la acción de los maestros."



"Es muy relevante reconocer el estado de las cosas tal y como parecen ser. Traerles una radiografía del estado de la enseñanza de las ciencias en Nuevo León como representativo de lo que sucede en México es sesgado. Nuevo León siempre ocupa los más altos niveles en rendimiento académico cualquiera que sea el examen que se ponga: ENLACE, los exámenes del INEE, o los que antes ponía la Dirección General de Evaluación. Sabemos muy bien que en México los niños salen bien o mal en los exámenes según el nivel socioeconómico de sus familias, no por lo que ocurre necesariamente en las escuelas ni en aulas. Lo que ocurre en las aulas explica más o menos el 10 % de la varianza en los logros académicos. Lo que ocurre en las escuelas, según el estudio que ustedes quieran tomar, explica del 15 al 22%, pero la varianza de más del 30% radica en el nivel socioeconómico de la familia. Entonces, es muy importante tomar en cuenta que cualquier evento pedagógico que tengamos en un país tan desigual,

desequilibrado socialmente como lo es México tiene que partir de lo que creemos es el inicio de cualquier pedagogía mínimamente exitosa en países como México: remontar el reto de la desigualdad con la que nos llegan los niños (a la escuela). Esa desigualdad no la creamos en el aula ni en la escuela, la crea la sociedad, la crea la familia, la crea la comunidad. Nos llegan los niños al aula con grandes diferencias que no les permiten poder aprovechar de la misma manera las oportunidades de aprendizaje que tengamos allá."



"No podemos trasladar pedagogías alemanas, holandesas, suizas o norteamericanas de manera ingenua. Debemos tomar en cuenta que nosotros tenemos niños, no de necesidades físicas especiales solamente, niños de necesidades sociales especiales, porque más del 50% de niños mexicanos tienen un alto nivel de marginalidad social y la inmensa mayoría de los niños que acuden a una escuela pública mexicana tienen altos niveles de marginalidad social. Entonces, cualquier pedagogía mexicana no puede



Armando Loera Varela

Usamos una serie de software diferentes, de estrategias de análisis, participaron personas de la UPN, de la Universidad Pedagógica Nacional de Nuevo León en el registro de las lecciones; pusimos dos cámaras una enfocada a los maestros, una enfocada a los alumnos; hicimos una reflexión sobre qué estaba ocurriendo en el aula junto a los docentes; aplicamos un cuestionario, preguntas a directores, a docentes etc., y en el análisis participaron también personas de la Universidad Pedagógica Nacional, Doctores en Ciencias de la Universidad de Sonora y de la Universidad Puebla, en Física, Química y Biología.

LAS VARIABLES Y LOS RESULTADOS

Vamos a los resultados. Seleccionamos para esta presentación lo que en la literatura especializada internacional se consideran algunas de las dimensiones críticas de la enseñanza, es decir, aquello que realmente importa para enseñar bien. Es obvio que hay un sesgo conceptual en esta forma de ver las cosas, se asume que hay una especie de buena pedagogía universal. Yo voy a tratar de evitar hablar de buena o mala enseñanza, simplemente voy a decir "así se midió en nuestros países, estos son los resultados" y ya en el debate o en la conversación que tengamos

veremos si eso lleva o no a algo que sea pedagógicamente significativo o no. Me parece también que al hacer comparación por variables específicas gana uno mucho en introspección de lo que puede estar sucediendo, pero pierde una visión más holística de lo que puede estar pasando en el aula. Por esa razón, también hicimos una serie de análisis de la pedagogía de flujo, que explicaré en otra ocasión, hoy no ahondaré en ella.

Hay una variable que típicamente se considera muy relevante: **el tiempo de duración de la lección**. Nuevo León nos mostró en estas lecciones que los maestros mexicanos de esta muestra tienen mayor promedio de enseñanza que República Dominicana, su promedio es de 50 minutos contra 39 minutos de Dominicana. Por otro lado, esos 50 minutos están abajo del tiempo que duran las lecciones en Estados Unidos, pero son muy parecidos al tiempo que duran las lecciones en los otros países que participaron en TIMSS-videos.

Pero el tema más importante es cómo se aprovecha el tiempo, **el tiempo realmente efectivo**. En Nuevo León el tiempo efectivo es igual que en República Dominicana, pero menos que todos los demás países que participaron en el TIMSS.

La forma dominante de enseñar ciencias en TIMSS es discusión para

todo el grupo y después continúan trabajando en mesas, ya sea de manera individual o en equipo. El o la maestra presenta el tema y después pone a los muchachos y a las muchachas a trabajar en equipo. En Nuevo León, esta forma de enseñar se llevó el menor porcentaje de tiempo, menos que en cualquiera de los participantes del TIMSS, también por abajo de Paraguay. Sin embargo, es mayor que en República Dominicana. Usualmente la gente del TIMSS dice: "fíjense en lo que hace Japón" porque Japón en su momento fue el que mostró los más altos niveles de rendimiento en el estudio TIMSS. Japón, sin embargo, no mostró muy alta tasa en esa dimensión, fue la República Checa la que sí mostró esa tasa de mayor frecuencia en esa forma de enseñar.

¿Qué se enseña en las clases de ciencia? En Nuevo León, al igual que en República Dominicana y Paraguay, dominan las Ciencias de la Vida, la Biología, muy poco la Física, Química o Ciencias de la Tierra. La excepción fue Paraguay que demostró un poco más de equilibrio. En Estados Unidos, Holanda, Japón, República Checa y en Australia los temas de la enseñanza están mucho más equilibrados.

¿Qué se enseña como algo científico? Eso es en buena parte lo que hemos debatido aquí. La gente de TIMSS-videos denominó conocimiento

canónico a los hechos, a lo que probablemente nosotros denominaríamos datos para memorizar. Veán ustedes que en Nuevo León la mayor parte de la lección se dedica a datos a memorizar, a diferencia de los países del TIMSS, tal vez con la excepción de la República Checa que también se caracterizó por una alta tasa con esa relación. Sin embargo, República Dominicana nos ganó con la memorización. Recuerden que República Dominicana está al último de los resultados del SERCE.

¿Qué tanto se hace una pedagogía basada en experiencia, en experimentos, en procedimientos? Pues en Nuevo León apenas un 3% con relación a toda la muestra. Incluso República Dominicana salió más alto que Nuevo León. Por otra parte, los campeones en ese momento de la enseñanza de las ciencias, Japón, tienen un 25% de tiempo dedicado a una pedagogía basada en procedimientos.

¿Qué tanto tiene que ver lo que se enseña en las clases con la vida cotidiana de los alumnos? Bien, hay una cosa curiosa, dentro de los participantes de TIMSS apenas el 6% de las lecciones de Japón mostraron este atributo, muy poco, con relación a Holanda que resultó tener el 17%. Nuestros maestros de Nuevo León tienen el 3%.

¿Se anuncian leyes o teorías científicas dentro de los contenidos? Sí, más o menos, al igual que en Japón, los japoneses tampoco tienen un alto nivel de mención de leyes o teorías científicas en sus lecciones, pero en Paraguay las menciones de leyes o teorías científicas en las lecciones están por encima.

¿Se discuten procedimientos o se discuten conceptos? En el TIMSS lo que se discute son procedimientos ¿qué es esto? mucho más que conceptos. La única excepción es Holanda que ocupó

uno de los lugares más bajos dentro del TIMSS. En nuestro grupo de países ocurre al revés: tanto Nuevo León como República Dominicana y en Paraguay, la discusión no es sobre procedimientos, es sobre conceptos, básicamente. Se instruye a hacer procedimientos y muy poco a explorar preguntas. Al igual que en República Dominicana, en Nuevo León hay muy poca oportunidad de aprender ciencias. En los países en que se aplicó TIMSS, para todos los eventos que se dan en clase se hacen preguntas, se activa el interés de los niños, se



darse el lujo de basarse en teóricos que no toman en cuenta la pobreza como punto de partida, la marginalidad cultural como punto de partida, como son muchos de los teóricos pedagógicos que están presentes en las escuelas normales y en la propia UPN en México.

Necesitamos criticar y analizar desde la realidad de nuestra escuela pública, qué es lo que estamos aprendiendo sobre cómo enseñar. ¿Se nos está preparando para enseñar efectivamente a los niños pobres? Yo creo que no. Y la evidencia la tenemos fehacientemente en el alto nivel de reproductibilidad que tiene nuestra escuela pública: los que aprenden más son los menos pobres, los que aprenden menos son los más pobres. Tenemos múltiples evidencias de eso. Debemos tener la suficiente imaginación pedagógica para rediseñar totalmente nuestra pedagogía desde la realidad de nuestra aula. Eso solo lo pueden hacer los maestros, no los investigadores. Nosotros tratamos de aprender de ustedes registrándolos, preguntándoles, indagando qué es lo que pueden ser buenas prácticas, tratando de generar algunas lecciones a partir de la pedagogía que ustedes generan, pero ustedes y sus conversaciones con sus compañeros maestros, con sus directores en el quehacer del Consejo Técnico, con

los padres de familia en el quehacer del Consejo de Participación Social, con los asesores técnico pedagógicos, con los supervisores, en el quehacer del Consejo de Zona Escolar, tienen la clave para rediseñar el pensamiento pedagógico que tanto requerimos en México. No copiar lecciones ingenuamente.

Tomar lo mejor de la realidad de nuestras aulas."



"La cámara (de video) es de gran poder para los maestros. ¿Recuerdan lo que decía Freire y su método liberador? ¿Qué nos decía Freire? Objetiven su realidad. A partir de esa objetividad, analicen, critiquen, debatan, reconfigúrenla, rediseñen su realidad. Pero objetívenla, no la nieguen. Lo que hace la cámara, lo que hacen otros instrumentos, no solo la cámara, es objetivar una realidad a partir de la cual se generan hermosos debates pedagógicos."

ponen procedimientos para poder realizar cosas interesantes utilizando el método científico, observaciones, interpretación de datos. ¿Qué es lo que sucede? En todos los países del TIMSS esto es dominante, mientras que en nuestros países es muy mediocre el nivel de dificultad de la enseñanza de las ciencias.

¿Qué se genera más: discusión o demostración? En nuestros países vimos que, aún sin mucho indicio, ni evidencia, ni coherencia, para realizar predicciones, a los alumnos sí se les dice: "por favor, usted trate de adivinar qué ocurriría si..." y eso hace que la tasa de este tipo de eventos dentro de nuestras aulas, sea mayor a lo que ocurre incluso en los países del TIMSS. Es decir, hay mucho más predicción aunque muy poca interpretación efectiva de datos.

La interacción de alumnos con los docentes y compañeros, es decir, **cuando se enseña ciencias hay un**

clima adecuado, emocional, se hace interesante, se motiva, hay cooperación Según nuestros resultados, estamos alrededor de 3% en nuestras lecciones.

Se encargan tareas. Los japoneses no son muy dados a dejar tareas, no les gusta mucho que la gente haga cosas en su casa, prefieren que todo lo hagan en la escuela, salieron muy bajos. Nuestra tasa de tareas es regular, está en orden del 46%. No siempre la tarea es muy buena, es buena sólo si se revisa y se da retroalimentación, de lo contrario no sirve para gran cosa.

¿Hay motivación para aprender ciencias, hay actividades inductoras para que se muestre entusiasmo por ellas? En Paraguay buena parte de lo que están haciendo en capacitación docente tiene que ver con la motivación. Salió una muy alta tasa: 65% de lecciones con esta característica, muy por encima de nuestras lecciones del 21% o de

República Dominicana que apenas es del 15%.

¿Se usan los libros de texto? México sí se distingue del resto de América Latina, el libro de texto se usa en un 92% de las lecciones, a diferencia del 75% en República Dominicana y 18% de Paraguay. Es crítica y clave la forma en como el libro de texto orienta a los docentes, no digamos a los alumnos, sobre cuál es la secuencia de actividades idónea, etc. Por eso es crítico renovar, reestructurar, re dimensionar los libros de texto.

¿Qué pasaría si hubiese libros de texto tan interesantes como "La pequeña historia de todas las cosas" de Bill Brayson. Un repaso de astronomía, física, química, biología, arqueología y casi todo lo que todo el mundo debe saber sobre ciencias en un pequeño compendio con una narrativa atractiva, que haría que los maestros supieran un universo básico de ciencia. Sin embargo, nuestros libros de ciencia son bastante poco motivadores.

Hubo algo que no hicieron en TIMSS y que sí hicimos nosotros. Para nosotros como analistas de las clases de ciencia era importante revisar el número de errores conceptuales que se cometen en ellas. En Nuevo León, en el 49.5% de las lecciones los maestros cometieron errores de carácter conceptual, a veces muy graves, a veces la opinión personal del docente se expresaba más que un enunciado basado en ciencia. En República Dominicana se cometieron errores en un 68.8% de lecciones y en Paraguay el 82%. También los alumnos cometen errores, mucho menos que los maestros porque participan mucho menos, hay menos oportunidad de cometer errores, a pesar de lo mucho que sabemos que cometer errores es pedagógicamente productivo.

Cabe decir que todos los maestros que participaron en nuestro estudio, todos muy comprometidos con la calidad de la enseñanza, nos permitieron entrar, ni un solo rechazo, el único regalo que les dimos era el video que les habíamos tomado, cosa que apreciaron

"Necesitamos criticar y analizar desde la realidad de nuestra escuela pública, qué es lo que estamos aprendiendo sobre cómo enseñar. ¿Se nos está preparando para enseñar efectivamente a los niños pobres? Yo creo que no. Y la evidencia la tenemos fehacientemente en el alto nivel de reproductibilidad que tiene nuestra escuela pública: los que aprenden más son los menos pobres, los que aprenden menos son los más pobres. Tenemos múltiples evidencias de eso. Debemos tener la suficiente imaginación pedagógica para rediseñar totalmente nuestra pedagogía desde la realidad de nuestra aula."

mucho para poder revisar y reflexionar sobre su propia práctica pedagógica. Debo decir que la gente de TIMSS pagó 500 dólares a los maestros de su muestra para que los dejaran participar. Nuestros maestros de México, Paraguay y República Dominicana, no recibieron ningún pago, todos nos permitieron entrar a las aulas y hacer el registro. Lo único que se comentó fue el tema del anonimato, no haríamos público ningún dato que perjudicara a alguien, fue una investigación de carácter científico.

Para Nuevo León hicimos algo que no pudimos hacer ni para República Dominicana ni para Paraguay: asociar alguna de las acciones que identificamos como importantes de las actividades en el aula con los resultados en ENLACE 2010. ENLACE se venía aplicando con diversos temas para 6º grado, ese año fue sobre Geografía.

¿Qué tipo de dimensiones de desempeño docente resultaron positivamente asociadas con los resultados de ENLACE en ciencias?

- **Tiempo efectivo de la clase.** Mientras menos tiempo se desperdicia, los alumnos parecen salir mejor en ENLACE.
- **Tiempo dedicado a discusiones.** Criticar, reflexionar, analizar, debatir, todo lo que sabemos sobre la naturaleza esencial del método científico sirve, y sirve mucho.
- **Tiempo dedicado a demostraciones.** Demostrarles a los niños que la ciencia es perfectamente humana, no cuestión de personas raras que usan cosas carísimas. Mostrarles que son cosas que se pueden hacer de manera barata y sencilla, dentro del aula, con mucha participación de parte de los alumnos.
- **Tiempo dedicado a conocimiento canónico y tiempo dedicado a procedimientos por igual.** Como ENLACE es examen también de datos, no se les olvide enseñar datos, no solamente método, también la ciencia ha tenido resultados y es necesario generar un cambio conceptual en

el alumno de cuál es una visión científica del mundo, en contraste con la opinión común y en contraste con otras fuentes culturales de información que tienen a disposición.

- **Tiempo dedicado a evaluar a los alumnos.**
- **Nivel alto en la dificultad de contenidos.**
- **Discusión para todo el grupo orientado al trabajo en mesabanco.**
- **Presentaciones de leyes o teorías científicas.**

Todos estos elementos estuvieron asociados a resultados positivos en la prueba ENLACE.

Espero que esto les dé algunos indicios de qué puede ser interesante. La Revista Latinoamericana de Estudios Educativos acaba de publicar un artículo de un servidor con resultados por tipos de escuelas, urbanas, rurales, públicas, privadas etc.: http://cee.edu.mx/nuevaversion/publicaciones/r2011-2020/r_texto/t_2013_2_02.pdf

Está también nuestra página de Internet: <http://heuristicaeducativa.net/>

En la pagina de educación del BID (<http://www.iadb.org/es/banco-interamericano-de-desarrollo,2837.html>) tenemos disponibles 7 reportes que hemos generado desde el año pasado, con cientos de páginas de análisis. Espero pronto nos permitan generar un debate más informado del estado de enseñanza de las ciencias.

Muchas gracias.*

* Transcripción de participación.



El papel de la escuela, los docentes y las políticas públicas en la evaluación del aprendizaje de la ciencia basada en la indagación

LEE YEE CHEONG

El Panel Inter Académico (IAP) busca que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), dentro de sus planes de acción, apoye la educación de la ciencia basada en la indagación (ECBI) como uno de los impulsores de la educación en el siglo XXI. Esto requiere que los representantes de los países miembros reconozcan los aportes de este enfoque de enseñanza.

En este debate, debe insistirse en la importancia de no descuidar, sino reconocer, fortalecer y capacitar, a un actor indispensable en enseñanza: el maestro.

Muchas gracias por su amable presentación. Nunca he trabajado en la educación, sino que me he desempeñado como ingeniero. En lo que respecta a la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) fundamentalmente he sido un promotor, no practicante de la misma.

Les hablaré un poco de mi compromiso de vida con la ECBI, y entonces tal vez comprendan porqué estoy aquí. Soy uno de los fundadores de la Academia de Ciencias en Malasia, que también se estableció en 1995. Nos unimos a la comunidad internacional de academias nacionales de las ciencias bajo el paraguas del Panel Inter Académico (IAP). En ese tiempo me encargaba de las relaciones internacionales en nuestra academia. Por ello tuve la muy buena fortuna de trabajar estrechamente con el Dr. Bruce

Alberts, así como con el profesor Yves Quéré, dos de los más comprometidos y sobresalientes proponentes de la ECBI. Yo me convertí en uno de los consultores.

A principio de la década de los noventa, de 1991 a 1993 promoví *La Main à la Pâte* en Malasia y en el sudeste de Asia. De pronto, en 1993 el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Kofi Annan, me nombró parte del equipo de estudio denominado Proyecto del Milenio de la ONU, para los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

De esta manera la primera parte de mi compromiso con ECBI tuvo por objetivo interesar a los niños en edad escolar en las ciencias y matemáticas para que siguieran carreras en ciencias y tecnología en las universidades. En ese tiempo ya era evidente la

reducción en científicos e ingenieros en formación. Después de mi trabajo con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, principalmente relacionado con la erradicación de la pobreza y maneras de elevar las condiciones de vida en países muy pobres, comencé a ver la ECBI en el contexto más amplio del mundo de la pobreza; esto es, del mundo de la pobreza, el mundo del hambre, el mundo de las enfermedades. Al mismo tiempo, mi experiencia en las Naciones Unidas también me había permitido trabajar dentro del laberinto de la vasta burocracia de los organismos de la ONU.

Más tarde, en 2008 tuve la fortuna de que mi gobierno, el gobierno de Malasia, me nombrara presidente del consejo directivo del Centro Internacional de Innovación de Ciencia y Tecnología para la Cooperación Sur-Sur, ahora bajo

los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). Este centro, por cierto, está totalmente financiado por Malasia que contribuye como donante para promover la ciencia, tecnología e innovación en los países menos desarrollados y más pobres. En los últimos cinco años de este proceso trabajé estrechamente con la UNESCO y conocí su jerarquía, de arriba abajo, desde el director general en adelante.

Con su programa ECBI, el IAP ha intentado interesar a la UNESCO en adoptar la ECBI como uno de los principales planes de acción para el organismo, sobre todo durante la década para la educación y el desarrollo sustentable que inició en 2005 y concluirá el próximo año en, 2014. Sin embargo, el IAP nunca ha logrado hacer que UNESCO adopte la ECBI, como uno de los impulsores primarios de la educación científica.

En lo que a mí se refiere, lo anterior se explica de una manera mucho muy sencilla. El IAP, como el organismo paraguas de las academias científicas, se relaciona con la dirección de ciencias naturales de la UNESCO. A mi juicio la ECBI no es ciencia, sino educación, porque la ECBI de hecho está inmersa tanto en pedagogía como en evaluación, en las políticas nacionales de ciencias y

en los currículos nacionales. De manera que todo este proceso en realidad es educación. ¿Cierto? Ahora bien, los grandes recursos de la UNESCO se dedican a la educación.

Por ello ahora, si realmente queremos que en UNESCO se adopte la ECBI como uno de los impulsores de la educación en el siglo XXI, necesitamos involucrar no a la dirección de ciencias naturales, sino a la dirección de educación. Por esta razón cuando Pierre Léna del Programa de Educación Científica del IAP, el presidente del consejo global, me pidió que me hiciera cargo, yo le dije: "Mi único objetivo es hacer que la UNESCO adopte la ECBI". Por ello, lo que he estado haciendo es primeramente convencer a la directora general de la UNESCO que la ECBI es el camino al futuro.

Lo segundo consiste en tratar de cambiar el enfoque de la ECBI de la dirección de ciencias naturales a la dirección de educación. Pero esto no se hace fácilmente, porque cada una de las direcciones no se hablan entre sí: están en silos. Por ello cambiar algo que se encuentra bajo la competencia de una dirección a la de otra dirección resulta mucho muy difícil. Sobre todo cuando la subdirectora general de la dirección de ciencias naturales y la subdirectora general de la dirección de educación en la UNESCO son dos

damas muy poderosas.

Entonces lo que hago ahora es trabajar desde la base. Si logramos que los embajadores nacionales de los estados miembro de la UNESCO apoyen esta educación basada en evidencia, desde las bases escucharemos un clamor pidiendo que la UNESCO la adopte como impulsor. Ahora, si además la directora general ya está muy convencida, con el apoyo de los países miembro tengo la esperanza de que en el transcurso de los próximos dos años la UNESCO adopte la ECBI como el impulsor principal de la educación en el siglo XXI.

Es por ello que me encuentro aquí: quiero escucharlos y obtener retroalimentación.

Ahora, antes de abandonar el podio sólo quiero hacer unos comentarios acerca de lo que he observado ayer y hoy al escuchar a los expositores, y las preguntas y respuestas.

Pienso que al hablar de la ciencia, ingeniería y tecnología debemos ser muy transparentes. Ayer y hoy he oído hablar de las maravillas de la ciencia y tecnología, pero no toda es maravillosa. ¿Por qué? Porque nunca hablamos de las armas de destrucción masiva ni de las armas de destrucción que han impulsado la ciencia y tecnología.

COMENTARIOS

"Hace unos momentos se hablaba sobre aquello que podría diferenciar a algunos países asiáticos en su labor de enseñanza respecto a otros países y se ve reflejado en el aprovechamiento de los alumnos. La personalidad más respetada en toda la historia china es Confucio, el gran maestro en China. Pienso que Confucio influenció a más de la mitad de los países asiáticos. Lo que retomo de Confucio es una idea que comentaba: en cualquier lugar donde se encuentren al menos dos o tres personas reunidas, podrás encontrar un maestro."

(...) Así que pienso que en relación a la educación, a los estudiantes, a los maestros, a los seres humanos, debemos empezar siempre con la humildad. No sabemos en qué momento, cuando estemos reunidos podremos encontrar un maestro."



Lee Yee Cheong

Recuerdo que hace dos años mi nieta vio un video en el que un vehículo aéreo no tripulado (*drone*) atacaba una escuela en una aldea de Paquistán. Desde el aire el *drone* disparó un misil y murieron dos maestros y varios niños. Ella me preguntó "abuelo, ¿Por qué pasa esto? ¿Cómo es que alguien en Estados Unidos pueda oprimir un botón para

"¿De verdad es buena esta tecnología? ¿Por qué dice el señor de las noticias, 'eso solamente es daño colateral'?" Para ella, todo lo que vio equivalía a matar. Pero hemos inventado un sistema, un sistema de tecnología que mata sin intervención humana y, no obstante, no se le llama asesinato o matar, sino que se usa el término "daño colateral".

por perforar la tierra, porque ahora la ingeniería y tecnología permite perforar la tierra cada vez más profundo. Sin embargo, después de que BP pagó 4 mil millones o más como compensación de nuevo comenzó la perforación. Y seguimos perforando, perforamos para el gas y petróleo de lutitas. En todas partes de Europa estamos perforando para obtener gas y petróleo de lutitas, en un proceso llamado fracking, provocando temblores en la tierra.

Ahora les pregunto: ¿podrá la Madre Tierra sufrir toda esta perforación sin reaccionar con repugnancia? Y si la Madre Tierra reacciona con violencia, ¿quién va a sufrir?

Por ello mi mensaje para los maestros de ciencias y para quienes promueven la educación en ciencias es que ¡por favor hablen tanto del lado malo de la ciencia como del bueno! Porque en la actual situación peligrosa de cambio climático, en la que sigue habiendo hambre y pobreza en el mundo, la ciencia y tecnología pueden proporcionar una solución. Sin embargo de igual forma esa ciencia y tecnología en las manos equivocadas puede destruir nuestro planeta.

Así que ¡por favor! Los jovencitos no se dejan engañar fácilmente cuando les decimos que la ingeniería, la ciencia y tecnología son maravillosas. Dejen que ellos, con el método basado en

evidencia, el método científico de indagación, distinguan por ellos mismos lo verdadero de lo falso, lo bueno de lo malo. No traten de darles el cuento de que todo es maravilloso con la ciencia y la tecnología.

Ayer y hoy he visto videos de niños con sonrisas. Esos niños escolares sonríen en todas las imágenes con emoción y los ojos brillantes por las maravillas de las ciencias. Sin embargo, niños menores de cinco años de edad mueren cada año, 60% de ellos mueren por desnutrición. Los niños de África Subsahariana tienen 16 veces mayores probabilidades de morir antes de los cinco años que los niños en países desarrollados. Ahora, ¿cómo van a sentirse las madres y los padres de familia acerca de la educación en ciencias para sus hijos en la primaria, cuando éstos ni siquiera tienen oportunidad de vivir para disfrutar de la escuela primaria? Y entre los que sobreviven, estos niños de cinco años tienen una expectativa de vida mucho muy baja. Me gustaría que a la hora de que todos piensen en la educación moderna en ciencias, en la educación basada en evidencia, no olviden a estos pobres niños que ni siquiera tienen oportunidad de ir a la escuela. Piensen en cuál es la prioridad: ¿darles una educación en ciencias o algo de educación? Creo que todos estarán de acuerdo conmigo en que la

prioridad es simplemente darles algo de educación, ¿verdad?

Antes de terminar, me parece que alguien mencionó Asia, (no estoy seguro) porque me estaba concentrando en la traducción. Creo que su comentario fue que los asiáticos se desempeñan mejor en las competencias internacionales de matemáticas y ciencias. Puedo decirles que conozco Singapur. Es país vecino de Malasia. ¿Por qué les va bien con sus estudiantes en las competencias de matemáticas y ciencias? Porque en Singapur para quienes se gradúan de las universidades el trabajo que mejor paga es el de maestro de primaria. Se les paga más que a los ingenieros graduados, que a los abogados graduados, más que a los médicos graduados. Y debido a que al maestro de primaria se le paga el salario más alto, un percentil de los mejores graduados de las universidades solicitan trabajo como maestros de primaria, no solamente como maestros de ciencias, sino como maestros de primaria de cualquier disciplina. Ya se imaginarán que en un sistema escolar semejante, que cuida a los maestros de primaria, se producen estudiantes muy brillantes.

Me parece entonces que el mensaje de la educación en ciencias no debe enfocarse en los estudiantes, sino en los maestros. Debemos cuidar de los maestros.

En esta conferencia que aunque sea internacional, en realidad ha sido organizada por México, humildemente les recomiendo mandar una delegación de administradores de la educación y maestros a Singapur. Quizá no logren los salarios máximos (mejores que cualesquiera otros) que se les pagan a los maestros de primaria, pero cuando menos podrían establecer una tendencia en la que se aprecie el valor del maestro. Con esto no quiero decir que en Singapur solamente se ocupen de los maestros de primaria, porque proporcionan planes para desarrollo profesional a los maestros de secundaria para que se conviertan en catedráticos en las universidades, o también investigadores. Es todo un sistema. Así que espero que México mande una delegación a Singapur y aprenda de ese país. ¡Muchas gracias!*



que un satélite le mande una señal al *drone* para que dispare misiles y mate a niños y maestros?" Ella me preguntó:

Cuando vemos a nuestro alrededor, aquí en el Golfo de México hubo un desastre de BP (British Petroleum),

* Transcripción de participación.

COMENTARIOS

"En este muy joven siglo XXI, la escuela debe de seguir siendo el eje articulador del desarrollo comunitario. La escuela se sustenta de lo que se vive en el aula, del compromiso que tiene el maestro para estimular a sus alumnos. Los maestros que propician el conocimiento de carácter científico en cada uno de esos espacios está logrando formar hombres y mujeres con una actitud crítica, propositiva que serán analíticos y reflexivos."



"En Zacatecas, el mes de diciembre de 2009 celebramos el primer convenio para que la ciencia llegara de manera vivencial a nuestras escuelas. Durante el ciclo escolar anterior 2012-2013, 57 mil alumnos han compartido esta experiencia donde el compromiso de los docentes ha sido el eje articulador de esta estrategia, donde 1250 docentes están pendientes de este tipo de política educativa."

El seguimiento y evaluación se realiza mediante instrumentos que permiten medir la eficacia y viabilidad del programa en distintos contextos. En mi estado, SEVIC se aplica en preescolar y primaria y como una modalidad en educación especial. Esta última modalidad la estamos implementando tanto

en los Centros de Atención Múltiple (CAM), como en lo que nosotros conocemos como USAER. El USAER (Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular) es la escuela primaria regular donde un maestro de educación especial acompaña y auxilia al maestro del grupo cuando detecta alguna oportunidad en sus alumnos.."



"¿Cómo voy a evaluar a un niño de educación especial? Una manera de evaluarlo es detectar si el niño ha cambiado su actitud, si es distinto. Eso se ha logrado en varios niños que cursan esta modalidad, se muestran más participativos, más colaborativos, más independientes."

En Zacatecas es muy importante hacer llegar la ciencia a los niños con capacidades diferentes. Gracias a nuestra colaboración con INNOVEC se respira un ambiente de mayor justicia donde la democracia, la inclusión, pero sobre todo la equidad ha llegado a las escuelas zacatecanas, a través de la implementación del Programa SEVIC."



Ubaldo Ávila Ávila

CONCLUSIONES

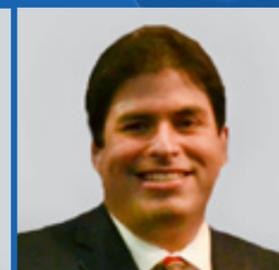
Es fundamental tomar en cuenta la acción de los maestros como factor clave para mejorar los sistemas educativos nacionales. Debe insistirse en su capacitación adecuada, así como en brindar los elementos de contexto que les permitan realizar satisfactoriamente su labor: escuelas con buenas instalaciones, materiales suficientes, salarios dignos.

Sin embargo, no debemos olvidar que no toda la responsabilidad de la efectividad de un sistema educativo cae en ellos. El diseño de políticas educativas que tome en cuenta marcos conceptuales y estrategias pedagógicas que entiendan y atiendan la realidad social que se enfrenta en los salones de clase es imprescindible.

Tenemos el reto de promover desde distintos frentes: las comunidades, los estados, los países, los organismos internacionales, elementos que permitan articular y echar a andar mecanismos que atraviesen todos los niveles del sistema educativo a fin de ofrecer a los alumnos una educación científica mediante la cual desarrollen sus habilidades de reflexión, de análisis, de trabajo en equipo y solución de problemas, necesarias para el ya un poco avanzado Siglo XXI.

Panel V de discusión

TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA INDAGATORIA DE LA CIENCIA Y SUS MODELOS DE EVALUACIÓN



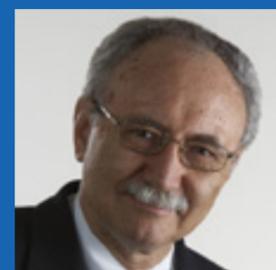
Conferencistas:

- Jon K. Price
- Daniel Alcázar Román



Panelistas:

- Anders Hedberg
- Leopoldo Rodríguez



Moderador:

- Guillermo Fernández de la Garza

Tendencias en la educación en ciencias basada en la indagación y sus modelos de evaluación: Lecciones aprendidas de las iniciativas mundiales para la educación de ciencias

PH. D. JON K. PRICE

Intel Corporation es el fabricante de chips semiconductores más grande del mundo. Desarrolla tecnología digital integrada avanzada (principalmente circuitos integrados) para industrias como la de tecnologías de información (TI). Contrata a los mejores y más brillantes ingenieros y científicos para que operen en sus fábricas y realicen investigaciones. Intel busca estas capacidades: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM*, por sus siglas en inglés); en este contexto, reconoce los desafíos que enfrentan las economías del mundo que requieren de una fuerza de trabajo con dichos conocimientos.

En Intel Corporation se sabe que la escasez crónica de estudiantes de *STEM* amenaza la oportunidad de cada país para la innovación y el desarrollo económico. Se considera que es clave contar con una economía vibrante, sustentada en una educación de calidad, una fuerza laboral capacitada e innovación. Por eso, se cuenta con iniciativas e inversión en educación, para ayudar a las comunidades a fortalecer su capacidad local y preparar nuevas generaciones de innovadores.

LA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN DE INTEL

Por más de cuatro décadas, la educación ha sido el enfoque principal de la actividad filantrópica y estratégica de Intel. Invertimos más de \$100 millones de dólares cada año en programas que promueven la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM* por sus siglas en inglés), alientan a las mujeres y las jóvenes a buscar carreras

en tecnología, promueven y celebran la innovación y el emprendimiento entre los mejores y más brillantes estudiantes en el mundo y ayudan a los maestros a incorporar en su trabajo mejores prácticas en matemáticas, en ciencias y en el uso eficaz de la tecnología.

Trabajamos en coaliciones con otras compañías de alta tecnología para apoyar el acceso a la misma, desarrollar e implementar el desarrollo profesional de

los maestros de grados K-12 (educación básica en los Estados Unidos), contenidos y currículos en matemáticas y ciencias, así como evaluaciones para apoyar a las iniciativas que desarrollan competencias necesarias para el siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, colaboración y creatividad que son las competencias que necesitan los estudiantes para convertirse en los innovadores del mañana.

Las competencias científicas constituyen el centro de los programas educativos de Intel. Al patrocinar estas competencias tenemos como meta identificar y promover a científicos jóvenes y con talento. A través de ellos inspiramos a los estudiantes más jóvenes a seguir sus pasos, y a las comunidades a invertir en educación científica de alta calidad. La Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería de Intel (*Intel International Science and Engineering Fair*), es uno de los programas de La Sociedad a favor de la Ciencia y el Público (*Society for Science & the Public*), es la feria de ciencias y el concurso más grande del mundo para estudiantes que todavía no cursan la educación superior. Cada año aproximadamente 7 millones de estudiantes de nivel preparatoria en todo el mundo desarrollan proyectos originales de investigación y presentan sus trabajos en las ferias científicas locales con la esperanza de ganar. Estos ganadores avanzan a los niveles regional, nacional y finalmente a la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel (*ISEF* por sus siglas en inglés) en Estados Unidos.

Para poder responder a la necesidad de desarrollo profesional para docentes que trascienda las aplicaciones, Intel creó un programa diseñado para capacitar a los maestros en la integración de la tecnología a sus lecciones para promover la solución de problemas, el pensamiento crítico y las habilidades de colaboración entre sus alumnos dentro del currículo existente. A la fecha, el programa Enseña de Intel (*Intel Teach Program*) ha capacitado a más de diez millones de maestros en más de 70 países del mundo.

Además de sus inversiones en este programa e infraestructura, Intel también ha invertido en investigación de exploración y en la evaluación rigurosa de sus programas para establecer y mantener la mejora continua de estos productos y actividades educativas. La investigación y evaluación compiladas para este propósito no solamente han dado lugar a mejoras en los esfuerzos de



desarrollo del programa, sino que ahora también comprenden un cuerpo integral de evidencia que demuestra el impacto del programa (Price, Light, Michalchik, 2011). Como resultado de estos esfuerzos han emergido pruebas cruciales que podrían brindar información a otras actividades de evaluación diseñadas para medir el impacto de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la educación, en términos que van más allá de las mediciones logísticas y la evaluación de los estudiantes.

Evaluación para la enseñanza y el aprendizaje

Con el fin de responder a la demanda por brindar capacitación suficiente a los maestros para que utilicen las nuevas tecnologías educativas como apoyo al aprendizaje de sus alumnos, se desarrolló el *Intel Teach Program*. Se trata de un curso para el desarrollo profesional que ayuda a los maestros a integrar tecnología en sus lecciones y a fomentar la solución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración de los estudiantes. Habiendo capacitado a más de 10 millones de maestros en

más de 70 países, Intel Teach constituye el programa más grande y exitoso de su clase. Estos programas se han diseñado para brindar a los maestros los conocimientos y capacidades para desarrollar habilidades del siglo XXI entre sus estudiantes, fomentar el aprendizaje personalizado, en colaboración y con base en proyectos, e integrar eficazmente las tecnologías de información y comunicación como herramientas cruciales en el aula. La revisión de los datos e informes de evaluación provenientes de los estudios de estos exitosos cursos de desarrollo personal impartidos a lo largo de diez años en muchos países, revela los factores contextuales en cuanto a la manera en que se pueden integrar eficazmente las estrategias formativas de evaluación en el aula.

En síntesis, la investigación y evaluación posterior al programa Enseña de Intel y la utilización de las evaluaciones en el aula sugieren que las herramientas y estrategias comparten tres tendencias importantes: 1) las evaluaciones de alta calidad diseñadas por los maestros ofrecen una

perspectiva oportuna de qué y cómo están aprendiendo los estudiantes para que los maestros puedan modificar o personalizar su instrucción; 2) permiten a los maestros evaluar una gama más amplia de destrezas y habilidades además de la capacidad para recordar contenidos; y 3) estas evaluaciones dan a los estudiantes nuevos roles en el proceso de evaluación que pueden convertir este proceso en una experiencia de aprendizaje y permite profundizar el involucramiento del estudiante con el contenido (Price, Pierson, & Light, 2011).

1) Brindar información sobre el aprendizaje de los estudiantes para que los maestros puedan modificar su instrucción: Muchas de estas herramientas y estrategias de evaluación son de carácter formativo, por lo que la información que se gana con su implementación orienta de manera inmediata las decisiones de los maestros respecto a su instrucción. Por ejemplo, la información reunida de los portafolios de trabajo puede

ayudar a los maestros a evaluar la eficacia de su propia instrucción y a la vez ayudarles a tomar decisiones informadas para futuras lecciones. La implementación de evaluaciones de los trabajos estimula la autorreflexión de los estudiantes, lo que brinda retroalimentación valiosa tanto a ellos como a sus maestros, y esto a su vez se puede emplear para informar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Al utilizar la estrategia de evaluación entre pares, cuando los estudiantes y maestros difieren en la evaluación de un estudiante, se puede iniciar un diálogo productivo para dilucidar las necesidades de aprendizaje del estudiante y crear metas (J. Ross, 2006). El maestro puede entonces utilizar esa información para estructurar la siguiente lección en torno a las necesidades y metas de esos estudiantes. Un Sistema de Respuesta del Estudiante (SRS, *Student Response System*), ya sea por medio de un cuestionario inicial y final (pre y post), o por medio de preguntas de opción múltiple

para identificar los sutiles malos entendidos o interpretaciones equivocadas del estudiante, ayuda a los maestros a captar una imagen instantánea de la posición de los participantes del cuestionario en el proceso de aprendizaje con el objeto de idear las estrategias más apropiadas para llevarlos al siguiente nivel. A medida que los maestros cobran mayor conciencia de los intereses, necesidades, fortalezas y debilidades de sus estudiantes, mejor posicionados estarán para modificar sus estrategias de instrucción y el enfoque de sus contenidos para optimizar el aprendizaje de sus alumnos.

2) Acceder a una gama más amplia de habilidades y competencias. Las formas tradicionales de evaluación como la opción múltiple, completar enunciados o elegir entre falso o verdadero, privilegian la memorización y capacidad de recordación que exigen poco esfuerzo cognitivo (Dikli, 2003; Shepard, et al., 1995). Las herramientas y estrategias de evaluación descritas en este artículo proporcionan un medio más robusto para medir las habilidades de pensamiento y de solución de problemas de mayor orden (Palm, 2008). Las estrategias tales como las Evaluaciones Basadas en el Desempeño (PBA, por sus siglas en inglés) y los portafolios de trabajo, toman en cuenta diversas medidas de aprovechamiento y confían en muchas fuentes de evidencia más allá de los exámenes estandarizados de uso más común para la rendición de cuentas escolar (Shepard, et al., 1995; Wood, Darling-Hammond, Neill, & Roschewski, 2007). La autoevaluación y evaluación de pares enseñan a la vez que evalúan capacidades para la vida más amplias, como la autorreflexión, la colaboración y la comunicación. Como herramienta para medir el

aprendizaje del estudiante, las rúbricas permiten a los maestros medir varias dimensiones del aprendizaje en lugar de tan solo el conocimiento de contenido, y ofrecer una evaluación más detallada de las capacidades de cada estudiante en lugar de un simple número o porcentaje de respuestas correctas.

3) Dar a los estudiantes nuevos roles en el proceso de evaluación para convertir este proceso en una experiencia de aprendizaje. En contraste con los tradicionales exámenes diseñados, administrados y calificados por el maestro, este perfil de evaluaciones involucra a los estudiantes a lo largo del proceso de evaluación. Al involucrar a los estudiantes en la creación de los criterios de evaluación, el diagnóstico de sus fortalezas y debilidades y el monitoreo de su propio aprendizaje se transfiere el foco de instrucción del maestro a sus estudiantes (Nunes, 2004). Por ejemplo, las rúbricas más exitosas involucran a los estudiantes en la creación de los criterios de evaluación. Esto crea convencimiento, aumenta la participación y promueve un compromiso más profundo hacia el proceso de aprendizaje. Al armar una carpeta de trabajos, los estudiantes no solamente tienen oportunidad de decidir qué trabajos se van a calificar, sino también de reflexionar y evaluar la calidad de los trabajos presentados. Esta clase de involucramiento fomenta la metacognición, la participación activa y acaba por colocar a los estudiantes en el centro del proceso de aprendizaje (McMillan & Hearn, 2008). En la evaluación de sus pares, a los estudiantes se les pide que funjan como evaluadores, que ofrezcan retroalimentación y sugerencias para que sus compañeros puedan mejorar su trabajo. Cuando se crean colaborativamente, muchas de

estas evaluaciones permiten a los maestros y estudiantes interactuar de manera que se difuminan los roles en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Barootchi & Keshavarz, 2002). Cuando los estudiantes son parte del proceso de evaluación es más probable que ellos "se hagan cargo" de su propio proceso de aprendizaje y de los productos, tendrán mayor disposición a mejorar el trabajo futuro (Sweet, 1993).

Nuestras observaciones muestran que las estrategias de evaluación en el aula pueden funcionar dentro de los retos contextuales de los países en desarrollo: clases con numerosos alumnos, períodos cortos para las lecciones y recursos limitados. Con base en nuestros estudios recomendamos seis estrategias de evaluación formativa para el aula que constituyen un buen punto de partida: (Price, Pierson, & Light, 2011).

1. Rúbricas,
2. Evaluaciones Basadas en el Desempeño (PBA, por sus siglas en inglés),
3. Portafolios de trabajo,
4. Autoevaluación del estudiante,
5. Evaluación de pares,
6. Sistema de Respuesta del Estudiante (SRS, por sus siglas en inglés)

CÓMO MEJORAR EL APRENDIZAJE INDAGATORIO Y VIVENCIAL A TRAVÉS DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

Cada año, aproximadamente 7 millones de estudiantes de nivel preparatoria en todo el mundo desarrollan proyectos de investigación originales y presentan sus trabajos en concursos científicos locales con la esperanza de llegar a la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería de Intel (*Intel International Science and Engineering Fair*). A los mejores proyectos (1,600 ganadores de concursos locales, regionales, estatales y nacionales) se les invita a participar en una celebración de toda una semana

de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Durante el evento, los jóvenes innovadores comparten ideas, exhiben investigaciones de avanzada y compiten por más de 4 millones de dólares estadounidenses en premios y becas. En la Intel ISEF, los premios se basan en las capacidades de los estudiantes para enfrentar preguntas científicas desafiantes, usar auténticas prácticas de investigación y crear soluciones para los problemas del mañana (Intel, 2013).

"Los tres objetivos principales de Intel en relación con el programa Intel ISEF son: alentar y premiar a la excelencia en las investigaciones estudiantiles; motivar a los estudiantes a seguir carreras en ciencias, matemáticas e ingeniería; y promover en las escuelas la enseñanza y el aprendizaje por indagación con base en proyectos."

Los tres objetivos principales de Intel en relación con el programa Intel ISEF son: alentar y premiar a la excelencia en las investigaciones estudiantiles; motivar a los estudiantes a seguir carreras en ciencias, matemáticas e ingeniería; y promover en las escuelas la enseñanza y el aprendizaje por indagación con base en proyectos. Para comprender el impacto de la competencia se buscó información para evaluar el logro de estas metas y mejorar el programa.

Se obtuvieron encuestas de autorreporte en línea, grupos focales y



respuestas a entrevistas de cuatro grupos distintos de importantes participantes del Intel ISEF: maestros, estudiantes, directores de ferias regionales y jueces para explorar las perspectivas y experiencias de dichos estudiantes, maestros y jueces. La inclusión de los directores de ferias regionales arrojó información para mejorar el programa. Los resultados del estudio sugieren que se está cumpliendo con las tres metas. Se puede consultar un informe completo de los hallazgos en: *Intel International Science and Engineering Fair 2005 Evaluation Report*, Rillero, Zambo & Haas, 2005.

Más allá de las metas declaradas del Intel ISEF, las respuestas a encuestas y entrevistas de los estudiantes finalistas sugieren que la participación en las competencias científicas en los niveles preliminares les ayudó a mejorar su proyecto de ciencias, y por lo tanto su aprendizaje por indagación, de dos maneras. Primero, fueron desafiados con preguntas y recibieron sugerencias que les permitieron mejorar su proyecto al estrechar su enfoque volviéndolo más conciso. En segundo término tuvieron oportunidad de mejorar su capacidad para presentar y defender sus ideas. Un factor importante que se encuentra en los medios para recibir retroalimentación pudiera deberse también a la relación del estudiante

con sus mentores tanto dentro como fuera de la escuela. La primera relación, calificada como "muy importante/ importante" es la influencia de los padres o tutores (73%), los maestros del ciclo escolar en curso (66.9%), y los mentores externos (63.3%). Se halló que estas relaciones constituían un factor más significativo para el éxito en las competencias en ferias científicas que el acceso a los laboratorios externos (Rillero, Zambo & Haas, 2005).

Por considerarse este estudio un medio para evaluar a la educación en ciencias basada en la indagación, también exploró si el Intel ISEF tenía algún efecto en las estrategias de enseñanza y evaluación del aprendizaje del estudiante. Aproximadamente dos terceras partes de los maestros que respondieron estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que su participación en el Intel ISEF había cambiado la manera en que enseñan y 89.1% estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que las competencias externas tenían un impacto positivo en su enseñanza. A nivel escolar, sin embargo, los efectos no son tan contundentes. Ante la posibilidad de eliminar el Intel ISEF pero no las ferias afiliadas, 47.5% estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que eso afectaría los programas de ciencias o matemáticas en su escuela. Cuando se les preguntó

qué sucedería si desaparecieran todas las ferias científicas, 63% estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que esto cambiaría los programas de su escuela. Cuando se compararon los datos de la encuesta con las respuestas en entrevista de los maestros, se vio que el impacto de Intel ISEF sobre la estrategia de enseñanza proviene de la aplicación de aprendizaje con base en proyectos de maneras que resultan significativas para el estudiante, frecuentemente en una clase formal de investigación, recursos y apoyo para que los maestros apliquen estas nuevas estrategias, así como entornos no tradicionales como cursos y clubes de investigación o tiempo informal fuera de la escuela para apoyar la indagación de los estudiantes. Además, cuando se les preguntó a los maestros acerca del grado de dificultad que tenía para los estudiantes una serie de tareas en la elaboración de sus proyectos para las ferias de ciencia, los maestros identificaron que los mayores retos que enfrentaban los estudiantes eran los relacionados con el manejo de la información: análisis estadístico (35.8%), análisis de datos (15%), conseguir mediciones exactas (9.6%) (Rillero, Zambo & Haas, 2005).

Por último, quizás la estrategia de evaluación con mayor impacto que se aplica en las competencias científicas

consista en el análisis de las percepciones de los jueces. Imagínese si todos los exámenes fueran orales y que la estrategia de preguntas permitiera al examinador escharbar más profundamente el nivel de comprensión. Este es el beneficio del juez. Este nivel de exploración proporciona una verdadera visión de la profundidad de indagación mostrada por el estudiante e ilustra que los proyectos científicos para ferias de ciencia más exitosos son aquellos en los que los participantes demuestran habilidades para el pensamiento crítico, que es lo que hace únicos a los científicos e ingenieros. Para efectos de este estudio, se clasificaron 16 factores por orden de importancia, en donde (1) es No importante y (4) es Muy importante.

Las Tablas 1-4 muestran los resultados de los jueces (Rillero, Zambo & Haas, 2005).

Factor	Media (SD)	Muy importante	Muy importante o importante
Metodología	3.49 (.61)	53.8%	93.8%
Calidad de la información	3.43 (.63)	49.7%	91.5%
Análisis de datos	3.37 (.66)	45.7%	89.9%
Hipótesis	3.17 (.74)	35.4%	81.8%
Problema seleccionado	3.09 (.80)	33.1%	77.6%
Marco teórico	2.94 (.72)	20.8%	73.7%
Consulta de la literatura	2.73 (.77)	15.2%	60.2%

Tabla 1. Siete de los 16 factores correspondieron a aspectos del método científico y a la calidad de los datos reunidos.

Factor	Media (SD)	Muy importante	Muy importante o importante
Los hallazgos ampliaron el conocimiento científico	3.03 (.83)	32.0%	73.1%
Potencial de que otros usen los resultados.	2.82 (.92)	27.1%	61.6%

Tabla 2. Dos de los 16 factores se relacionaron con el uso de la investigación más allá del proyecto.

Factor	Media (SD)	Muy importante	Muy importante o importante
Presentación oral	3.18 (.76)	37.6%	80.3%
Exhibición visual	2.65 (.77)	12.9%	56.7%
Informe escrito	2.60 (.82)	12.2%	56.5%
Destreza en el idioma inglés	2.14 (.91)	7.0%	34.4%

Tabla 3. Cuatro de los 16 factores se refieren a la presentación del proyecto.

Factor	Media (SD)	Muy importante	Muy importante o importante
Acceso a mentores externos	2.41 (.90)	11.2%	46.3%
Acceso a laboratorios externos	2.30 (.94)	11.3%	40.7%
Uno o más de los padres trabajan en el campo científico o técnico.	1.85 (.92)	5.0%	25.1%

Tabla 4. Tres de los 16 factores se refieren a la disponibilidad de ayuda externa.

"En Estados Unidos tenemos este documento un poco complejo: The Next Generation Science Standards que atiende una necesidad específica, pues contamos con diferentes estándares en diferentes Estados que parecen más un diccionario lleno de términos, que un sistema que funciona mejor. Así que tenemos que recorrer un largo camino pero con este libro damos un paso explicando que no son solo conceptos los que hay que aprender, sino procedimientos, y desarrollar habilidades y competencias."



"La innovación es lo que nos va a llevar adelante. Todos nosotros somos consumidores de la tecnología, pero lo que queremos es participar en el desarrollo de esas tecnologías, queremos pueblos que no solamente consuman, sino que también produzcan."



Daniel Alcázar



Cuando se les preguntó a los jueces cómo podrían mejorar sus proyectos los finalistas del Intel ISEF, las respuestas indicaron:

- Mejorar la metodología.

Si proporcionan un tamaño de muestra más grande o aumentan el número de pruebas realizadas, los estudiantes podrían conocer mejor el impacto y validarían sus afirmaciones.

- Mejorar la claridad de la presentación.

Si presentan la información y los hallazgos de su proyecto en un formato fácil de leer que incluya los datos más relevantes, los estudiantes entonces podrían describir la profundidad de su conocimiento por medio del cuaderno de notas del proyecto y a partir de la discusión. Con el problema, como objeto de estudio, claramente definido seguido por una descripción de un experimento cuidadosamente planeado

y los análisis de los datos, los estudiantes podrían exhibir sus habilidades de pensamiento crítico consideradas como lo más importante.

- Habilidades de comunicación.

Por último, la capacidad para responder a preguntas y hablar informalmente acerca del proyecto es más importante que su destreza en el idioma inglés o una exhibición impresionante. Los estudiantes necesitan ilustrar cómo su pensamiento crítico va más allá de encontrar una solución; se trata de encontrar maneras de aplicar el conocimiento a situaciones similares, sin temor al fracaso, y explorar para lograr una comprensión a fondo de la manera en que funcionan las cosas, así como la disposición para admitir que el aprendizaje es un proceso continuo y no un estado final. Incluso un experimento fallido no es un fracaso sino una gran experiencia de aprendizaje y un trampolín para hacer otra pregunta o ver el problema desde otro ángulo.

LOS HALLAZGOS DE LAS ESCUELAS STEM EXITOSAS

Como parte de la más reciente exploración de Intel en la educación STEM, el equipo de investigación, en asociación con SRI International, realizó estudios de caso de cinco escuelas que ofrecen a sus estudiantes experiencias de aprendizaje nutridas y rigurosas en ciencias y matemáticas.

Se generó un informe para describir a las escuelas, los retos que enfrenta cada una y cómo pudieron edificar ambientes eficaces de aprendizaje. El significado de los logros de estas escuelas se comprende mejor en el contexto del interés actual en la enseñanza y el aprendizaje de STEM. El informe, Creación de nuevas oportunidades para el aprendizaje de STEM, perspectivas de los estudios de caso de 5 escuelas (Creating New Opportunities for STEM Learning: Insights from Case Studies of 5 Schools), puede encontrarse en: www.intel.com/educación/evidenceofimpact.

Las escuelas de los estudios de caso se seleccionaron por la diversidad de su ubicación y contexto. Todas eran escuelas públicas que atendían a los estudiantes representativos de su zona, las cuales se seleccionaron por su registro de mejoramiento.

Los investigadores de SRI e Intel visitaron cada una de las cinco escuelas durante 2 a 3 días. En estas visitas realizaron entrevistas con los líderes de la escuela, personal del distrito, maestros y otro personal de la escuela que trabajaba con tecnología o el currículo de STEM. Además, en cada escuela se realizó un grupo focal de padres, otro de estudiantes y cuando menos tres observaciones en el aula. Estas actividades arrojaron perspectivas del contexto, los retos y las estrategias

que se habían implementado en las escuelas.

Entre los éxitos documentados para todas estas escuelas tan distintas se identificaron temas subyacentes constantes.

Primero, de alguna manera todas las escuelas se apartaban de la norma creando así una nueva visión y cultura de educación. En la escuela George Hall Elementary, el apartarse de "hacer lo mismo de siempre" incluyó a un nuevo líder escolar, reemplazar a casi todos los maestros, un nuevo currículo y prácticas escolares drásticamente diferentes.

Durante la reestructuración, el personal de la escuela incluso trabajó en la limpieza del edificio. Al principio el cambio de esta magnitud le resultó difícil a la comunidad, pero al paso del tiempo se fortaleció su apoyo. Si bien los cambios en George Hall han sido excepcionales, las cinco escuelas hicieron cambios atrevidos de alguna clase. En la escuela Byron High School invirtió sus períodos en el aula con los tiempos para las tareas, y redefinió el abordaje al aprendizaje estudiantil con total apertura a la revolución digital en educación. La escuela Preston adoptó entre sus maestros una actitud mental de crecimiento, hizo que todas las clases fueran avanzadas, y luego desarrolló maneras de crear andamiajes y diferenciar el aprendizaje para los estudiantes recientemente

empoderados. Un factor importante dentro de cada escuela consistió en que tanto maestros como las administraciones rompieron con sus antiguos hábitos y pensamientos, trazaron un rumbo nuevo y apalancaron su valor para hacer cambios audaces.

"(...) la capacidad para responder a preguntas y hablar informalmente acerca del proyecto es más importante que su destreza en el idioma inglés o una exhibición impresionante. Los estudiantes necesitan ilustrar cómo su pensamiento crítico va más allá de encontrar una solución; se trata de encontrar maneras de aplicar el conocimiento a situaciones similares, sin temor al fracaso(...)"

"A lo largo de esta conferencia se ha ilustrado la complejidad de la evaluación. En ella se involucran mucho más aspectos de los que solemos incluso abordar cuando hablamos de diseñar los SEVIC porque irremediamente la evaluación involucra al estudiante. En el camino tenemos algunas decisiones muy importantes que tomar, por ejemplo: ¿qué es lo que queremos evaluar en el estudiante?, ¿en el Programa SEVIC?, ¿en la escuela?, ¿queremos evaluar la asimilación de conocimientos o lo que queremos es evaluar competencias?"

Ahí tenemos una disyuntiva muy importante, ¿qué queremos enfatizar?, ¿queremos detonar más vocaciones de ingenieros, de científicos y eventualmente mejores ingenieros y mejores científicos? o ¿queremos que una parte amplia de la población, incluso la totalidad de la población estudiantil del país, tenga un piso homogéneo de capacidades que en el siglo XXI les permitan ser más competitivos? Si estuviera en los Estados Unidos a lo mejor decidía buscar tener más y mejores ingenieros y científicos, pero en México ¿esa sería mi prioridad? Estoy convencido de que no, quizás por el involucramiento que me ha tocado tener en el reto que plantea el tema de la innovación para México.

En México no hemos ni siquiera detonado la innovación; se da, pero como un fenómeno un tanto aislado. Si realmente queremos dispararla necesitamos tener una fracción muy importante de nuestra población educada con esto que hoy se llaman las habilidades del Siglo XXI. La pregunta es cómo nos concentramos en esto y hacemos que incluso el sistema de evaluación fortalezca este punto de vista.

(...) En un país como México necesitamos ser capaces de tener un buen nivel de focalización para no dispersar los recursos escasos que tenemos y concentrarnos en lo fundamental. Estoy convencido de que los SEVIC son el camino para generar las competencias de las que estamos hablando."



Leopoldo Rodríguez

Segundo, todas estas escuelas ofrecieron Comunidades Profesionales de Aprendizaje (PLC, por sus siglas en inglés) así como oportunidades profesionales de desarrollo moldeadas y diseñadas por maestros. Frecuentemente se espera que los maestros implementen cambios curriculares o pedagógicos diseñados por expertos o alguien externo a la escuela, y el desarrollo profesional o las PLC se usan para apoyar a los maestros a realizar estos cambios. En estas escuelas ocurrió lo contrario. Por ejemplo, en Byron se les proporcionó a los maestros las herramientas, el tiempo y la capacitación para que formaran PLC innovadoras en las que se alentara y apoyara a sus miembros a intentar la implementación controlada, sistemática y en congruencia con métodos de instrucción radicalmente nuevos y finalmente bastante efectivos. Los maestros de matemáticas de Preston tuvieron una experiencia similar. Su director instó a una cultura en la que se esperaba que todos los estudiantes pudieran aprender con los niveles más altos niveles, pero luego facultó a los equipos para que exploraran y labraran sus propios medios innovadores para alcanzar esa meta. En ese caso, el desarrollo profesional y las PLC no constituyeron un método para integrar el mejoramiento escolar de alguien más, sino un medio para equipar a

los maestros con las destrezas y la oportunidad para visualizar e instrumentar sus propias mejoras en el aula.

Tercero, todas las escuelas proporcionaron a los estudiantes la oportunidad de tener periodos de aprendizaje extraescolares creativos y cuidadosamente pensados. Preston ofreció muchas oportunidades para involucrarse en actividades científicas prácticas como la restauración de algún hábitat para flora y fauna silvestre y creó un sistema electivo en el que el último período del día se dedicaba a ayudar a los estudiantes a descubrir y seguir sus pasiones. Aprovechando su ubicación en Nueva York, la escuela MS 223 proporciona a los estudiantes oportunidades culturales (que generalmente disfrutaban las familias más adineradas) como salidas a museos y espectáculos en Broadway, para dar a los estudiantes una perspectiva del mundo más amplia y atractiva. El aula invertida de Byron, en la que a los estudiantes se les presenta contenido fuera de clase y ellos trabajan en problemas durante el tiempo de clase, constituye una redefinición creativa del tiempo dentro y fuera de la escuela. En las cinco escuelas, los maestros y administradores asumieron una perspectiva amplia del aprendizaje, más allá de las aulas y normas para abarcar las motivaciones, intereses y pasiones de sus estudiantes.

Cuarto, las escuelas idearon métodos sensibles para responder a las necesidades de aprendizaje únicas de cada estudiante. MS 223 contrató a un entrenador-asesor en matemáticas de tiempo completo para apoyar el uso, la interpretación y la resolución de preguntas como estrategias de evaluaciones formativas. Adicionalmente desarrolló una relación de beneficio mutuo con un programa de capacitación de maestros que ahora lleva al salón de clases a otros profesionales en la enseñanza adicionales a fin de maximizar las oportunidades para el aprendizaje en grupos pequeños a una velocidad y con métodos más adecuados a las necesidades de cada estudiante. George Hall también utilizó un proceso basado en información, por medio de un sistema de tecnología que produce un análisis instantáneo de las capacidades del estudiante, asegurando con ello que lo que aprendan los estudiantes tenga el nivel apropiado y responda a su necesidad. Después de llevar a todos los estudiantes a un programa acelerado de matemáticas, Preston tuvo que desarrollar un sistema robusto para asegurar que todos los estudiantes aprendieran. Esta instrucción diferenciada ahora se da por medio de agrupamientos flexibles de estudiantes en los que cada semana, los alumnos de distintos grados y clases responden a las necesidades de distintos

educandos lección por lección. En cada caso, las escuelas están descubriendo maneras de identificar en que lugar se encuentran los estudiantes y a partir de ahí apoyarlos en sus trayectorias personales de aprendizaje.

Por último, todas las escuelas buscaron y apalancaron recursos inmediatos.

MS223 se asoció con Teach For America para traer a más adultos a las clases de matemáticas, con la Universidad de Yale para ofrecer educación artística, así como con fraternidades y equipos deportivos locales para darle glamour a la educación superior a los ojos de los estudiantes. La escuela Farmington View llevó a cabo un proyecto para hacer un mapa de los activos y lo utilizó para identificar sus recursos locales como los humedales Jackson Bottom, donde los estudiantes participan en investigaciones para preservar la vida silvestre. Además, el mapa de recursos se amplió a la población de padres en la escuela, a fin de aprovechar los conocimientos valiosos de algún adulto colocándolo al frente de un club o actividad en un horario extra escolar. Byron High School ha empleado la tecnología para reunir recursos y herramientas gratuitos en la web para desarrollar y entregar contenidos de aprendizaje. Primeramente lo hizo con matemáticas y luego continuó con muchas otras materias. Cada escuela ha encontrado maneras creativas de forjar alianzas externas que les permitan expandir los recursos de aprendizaje al alcance de sus estudiantes.

Los cinco temas en común de estos estudios de caso demuestran que las escuelas estudiadas fueron reconocidas por, y edificaron su éxito sobre, una visión amplia de su misión educativa. Siguiendo métodos atrevidos, apoyaron los cambios de abajo hacia arriba propuestos por maestros, trabajaron por maximizar las oportunidades para aprender dentro y fuera de la escuela, incorporaron recursos externos para apoyar sus esfuerzos. Cada una de las cinco escuelas ofrece un caso de éxito



dentro de su entorno y contexto únicos. Sin embargo, esta perspectiva atrevida, amplia e ingeniosa se manifiesta en cada uno de los casos.

RETOS

La instrucción en el aula es un emprendimiento complejo que ocurre cuando confluyen maestros, estudiantes y textos en el entorno del aula, escuela y comunidad que los rodea. Una reforma educativa efectiva así como las iniciativas sostenidas basadas en políticas (macroiniciativas) para mejorar la equidad y la excelencia tendrán que diseñarse y comprenderse tanto a nivel del aula -micro- como a nivel escolar -meso- (Scheuermann, et al., 2009 & Price & Roth, 2010). En cada uno de los casos comentados, las estrategias de evaluación aplicadas y los procedimientos desarrollados fueron diseñados e implementados pensando en el estudiante en lo individual. Por tanto, la audiencia y la magnitud de la escala se convierten en una barrera

significativa para diseminar los hallazgos eficazmente (CDC, 1999).

Cuando se cuenta con el apoyo de aliados y con la presencia de manera inmediata de los principales actores, entre ellos los equipos locales de contenidos, la norma para recabar información podría inclinarse hacia las observaciones cualitativas y las interacciones con los participantes. Por otro lado, cuando participan gobiernos y existen gastos, la norma para contar con datos creíbles a menudo exige diseños experimentales más rigurosos. Uno u otro abordaje, empero, puede mejorarse al utilizar diversos procedimientos para reunir información. La fuente más común de información son los mismos participantes del programa vía encuestas, entrevistas, grupos de enfoque u observaciones. Sin embargo, también puede obtenerse información por medio del estudio documental. En los marcos educativos esta propuesta podría incluir los expedientes administrativos así como productos o

"El modelo PISA, el más usado en el mundo para evaluar estudiantes de educación al nivel medio, medio superior, tiene para 2015 una propuesta de evaluación aún en proceso de diseño que incluye un tema fundamental: Resolución de Problemas de Manera Colaborativa (Colaborative Problem Solving, CPS). Ahí están involucradas dos de las habilidades más críticas para competir en el siglo XXI: el trabajo en equipo, en la expresión colaborativa y la solución de problemas.

PISA nos dice que esta competencia (claramente lo califican como una competencia) es la capacidad de un individuo de involucrarse efectivamente en un proceso donde dos o más agentes están intentando resolver un problema compartiendo el entendimiento y el esfuerzo que se requiere para llegar a una solución.

Si eso sigue en marcha, en el año 2017 vamos a estar evaluando estas competencias ya como una cosa activa y de rutina. El reto es grande, debemos prepararnos."

portafolios de trabajo de los maestros o alumnos (Price, Roth, McAllister, 2011).

Si retomáramos la idea de la evaluación significativa del conocimiento y comprensión del estudiante por medio de las estrategias aquí presentadas, y si reconocemos que un cambio en los roles en el proceso de evaluación que pueden convertir a este último en una experiencia de aprendizaje fortaleciendo la participación del estudiante, entonces también deberemos reconocer la necesidad de que se dé un cambio en las prácticas y en las relaciones maestro-alumno para dar lugar a nuevas estrategias de medición.

Hoy, las investigaciones ilustran el valor de las estrategias de evaluación a nivel micro. Afortunadamente, a gran escala, los proyectos en colaboración internacional de nivel macro como las iniciativas del *Assessment and*

Teaching of 21st Century Skills, (ATC21s.org) y de *New Pedagogies for Deeper Learning*, (newpedagogies.org) están intentando comprender, definir e iniciar tales cambios en la estructura de las relaciones entre estudiantes y maestros, en cómo se practica la enseñanza y el aprendizaje, y en cómo se mide el aprendizaje. En cada uno se pueden observar oportunidades que la tecnología pone al alcance.

CONCLUSIÓN

Por décadas, la educación ha sido el enfoque filantrópico primario para Intel. La empresa mantiene más de 200 programas en más de 70 países que brindan desarrollo profesional a maestros, apoyo y reconocimiento a los logros de estudiantes en las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, y tienden puentes sobre la brecha digital con contenidos en línea, relevantes

y locales para los educadores, estudiantes y padres de familia. Nuestra experiencia en educación en todo el mundo nos ha informado de la necesidad de que existan estándares más elevados y evaluaciones más rigurosas para nuestros estudiantes.

Frecuentemente escuchamos que nuestros sistemas educativos son fallidos. Más que la noción de que son fallidos, el tema es que nuestros sistemas educativos se construyeron en una época y para funciones que ya no son cruciales, y se miden de maneras que han perdido significado. Hoy necesitamos a más gente con capacidades analíticas que vayan en pos de la innovación académica, industrial y gubernamental. Hoy nuestros jóvenes necesitan un mayor y mejor conocimiento de la tecnología y de la ciencia simplemente para vivir en este mundo crecientemente complejo y cambiante tan inundado de

datos, cambios climáticos y avances revolucionarios en la ciencia médica. Hoy necesitamos sistemas de medición y evaluación que se aparten del énfasis en el conocimiento factual de temas, y que avancen hacia el conocimiento de habilidades y actitudes y las cada vez más importantes competencias del pensamiento crítico. En consecuencia, a medida que la tecnología aumente su complejidad, habrá mayor conocimiento de los métodos de aprendizaje por medio de la construcción y el desarrollo del conocimiento y el significado del aprendizaje en las vidas de los propios estudiantes, por lo que las estrategias de evaluación también deben reflejarlo.*

* Documento sobre su presentación en la VII Conferencia.



REFERENCIAS

- Barootchi, N., & Keshavarz, M. H. (2002). Assessment of achievement through portfolios and teacher-made tests. *Educational Researcher*, 44(3), 279-288.
- Centers for Disease Control and Prevention. (1999). Framework for program evaluation in public health. *MMWR* 1999;48(No. RR-11)
- Dikli, S. (2003). Assessment at a distance: Traditional vs. Alternative Assessments. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3).
- McMillan, J. H., & Hearn, J. (2008). Student Self-Assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement. *Educational Horizons*, 87(1), 40-49.
- Nunes, A. (2004). Portfolios in the EFL classroom: disclosing an informed practice. *English Language Teachers Journal*, 58(4).
- Palm, T. (2008). Performance Assessment and Authentic Assessment: A Conceptual Analysis of the Literature. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 13(4). Retrieved <http://pareonline.net/getvn.asp?v=13&n=4>
- Price, J., Light, D., Michalchik, V. (2011). Ten Years of Evaluation within Intel Education Initiatives. Retrieved from: <https://www-ssl.intel.com/content/www/us/en/education/evaluations/ten-years-of-evaluation-within-intel-education-initiatives.html>
- Price, J., Pierson, E., & Light, D. (2011). Using Classroom Assessment to Promote 21st Century Learning in Emerging Market Countries. *Proceedings of The Association for the Advancement of Computing in Education: Global Learn Asia Pacific*, Melbourne, Australia.
- Price, J. & Roth, M. (2010). Evaluating Effective Teaching and Learning within Complex Levels of Interaction. *Proceedings of the Global Learn Asia Pacific 2010 - Global Conference on Learning and Technology*. Penang, Malaysia.
- Price, J., Roth, M., & McAllister, B. (2011). The Framework for Program Evaluation: Implementation Strategy of the Intel Education Initiatives. Unpublished Manuscript. Intel Corporation.
- Rillero, P., Zambo, R., & Haas, N., (2005). Intel International Science and Engineering Fair 2005 Evaluation Report. Retrieved from: <http://www.intel.com/content/www/us/en/education/evaluations/intel-isef.html>
- Ross, J. (2006). The Reliability, Validity, and Utility of Self-Assessment. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 11, 1-13. Retrieved from <http://pareonline.net/pdf/v11n10.pdf>
- Rossier, S., House, A., Price, J. & Michalchik, V. (2013). Creating New Opportunities for STEM Learning: Insights from Case Studies of 5 Schools. Retrieved from: <http://www.intel.com/content/www/us/en/education/evaluations/other-programs.html>
- Scheuermann, F., Kikis, K., & Villalba, E. (2009). A Framework for Understanding and Evaluating the Impact of Information and Communication Technologies In Education. <http://crell.jrc.ec.europa.eu/ICTeducation/090428%20-%20CRELL%20-%20Frameworkconsiderations.doc>
- Shepard, L. A., Flexer, R. J., Hiebert, E. H., Mario, S. F., Mayfield, V., & Weston, T. J. (1995). *Effects of Introducing Classroom Performance Assessments on Student Learning*. Boulder, CO: National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing, University of Colorado at Boulder.
- Sweet, D. (1993). *Student Portfolios: Classroom Uses*. Retrieved <http://www2.ed.gov/pubs/OR/ConsumerGuides/>
- Wood, G. H., Darling-Hammond, L., Neill, M., & Roschewski, P. (2007). *Refocusing Accountability: Using Local Performance Assessments to Enhance Teaching and Learning for Higher Order Skills*.

Enseñanza y evaluación de la ciencia basada en la indagación: retos y oportunidades desde la perspectiva de Estados Unidos

M. ED. DANIEL ALCÁZAR-ROMAN

La evaluación de la transferencia de Prácticas Científicas y de Ingeniería puede requerir de instrumentos que lleven a los estudiantes a desempeñar tareas que reflejen la forma como la ciencia y la ingeniería se llevan a cabo en el mundo real.

En la actualidad el Gobierno de Estados Unidos y el sector privado están invirtiendo en el avance de la enseñanza de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés). Algunos resultados iniciales de este enfoque son el desarrollo de nuevos estándares y estudios a gran escala patrocinados por el Fondo de Inversión en la Innovación (i3) (Investing in Innovation Fund). Ambos están haciendo aportaciones hacia un mejor entendimiento de la forma como puede implantarse la reforma científica en todo el país. Los estándares científicos de alta calidad basados en la indagatoria están impulsando los cambios sobre la forma como las evaluaciones formativas y sumativas se implantan en las escuelas.

ESTÁNDARES CIENTÍFICOS

Tradicionalmente, en Estados Unidos el aprendizaje de las Ciencias ha sido guiado por estándares educativos que separan el contenido de las habilidades de procesamiento. En la mayoría de los casos solamente se evalúa el contenido utilizando herramientas selectivas para la evaluación de las respuestas, mismas herramientas que se proporcionan una vez al año en algunos años escolares (5º, 8º, y en algunos cursos en Preparatoria). La necesidad de reformar la enseñanza de las Ciencias ha llevado al desarrollo de Estándares Científicos de Próxima Generación, NGSS por sus siglas en inglés (NRC, 2012). Estos nuevos estándares presentan expectativas respecto al desempeño que integran las ideas

esenciales y las habilidades indagatorias para la enseñanza y la evaluación. Los estándares NGSS buscan ayudar a los estudiantes a entender la naturaleza del conocimiento científico o de la indagación haciendo que se dediquen a aprender el contenido junto con las siguientes Prácticas y Conceptos Transversales:

Prácticas Científicas y de Ingeniería (NRC, 2013)

- Hacer preguntas (para las ciencias) y definir los problemas (para la ingeniería)
- Desarrollar y utilizar modelos
- Planificar y llevar a cabo las investigaciones
- Analizar e interpretar los datos

- Utilizar las matemáticas y el cálculo mental
- Estructurar explicaciones (para las ciencias) y diseñar soluciones (para la ingeniería)
- Participar en un argumento a partir de la evidencia
- Obtener, evaluar y comunicar la información

B) Conceptos Transversales (NRC, 2013)

- Patrones. Los patrones observados en formas y eventos guían la organización y la clasificación y detonan las preguntas acerca de las relaciones y los factores que influyen en ellas.
- Causa y efecto: Mecanismo y explicación. Los eventos tienen causas,

algunas veces son sencillas y otras veces son multifacéticas. Una actividad importante de las ciencias es investigar y explicar las relaciones causales y los mecanismos mediante los cuales son mediadas. Dichos mecanismos pueden entonces probarse en ciertos contextos y utilizarse para predecir y explicar los eventos en nuevos contextos.

- Escala, proporción y cantidad. Al considerar los fenómenos es de suma importancia para reconocer lo que resulte relevante para diferentes medidas de dimensión, tiempo y energía y reconocer la forma como los cambios en escala, proporción o cantidad afectan la estructura o desempeño de un sistema.
- Sistemas y modelos de sistemas. La definición del sistema en estudio, especificando sus límites y haciendo explícito un modelo de ese sistema, proporciona las herramientas para entender y probar ideas que sean aplicables a las ciencias y la ingeniería.
- Energía y materia: Flujos, ciclos y conservación. El rastreo de los flujos de energía y materia hacia adentro, fuera de y al interior de los sistemas ayuda a entender los alcances y limitaciones de los sistemas.
- Estructura y función. La forma como se moldea un objeto o un ser vivo así como su subestructura determina muchas de sus propiedades y funciones.
- Estabilidad y cambio. Tanto para los sistemas naturales y como para los construidos, las condiciones de estabilidad y los determinantes de las tasas de cambio o evolución son elementos de estudio de importancia medular.

Expectativas del estudiante

Existen dos ejemplos de la forma como las expectativas del estudiante en los NGSS buscan integrar el contenido y la naturaleza de las ciencias en declaraciones que guían la enseñanza y fijan lineamientos muy claros para la evaluación.

Expectativas de un estudiante de 5º grado de Ciencias Físicas (5-PSI-2): Los estudiantes que demuestran que entienden pueden: medir y graficar las cantidades para dar evidencias de que, independientemente de la clase de cambio que ocurre cuando se calientan, se enfrían o se mezclan sustancias, el peso total de la materia se conserva. (Nota aclaratoria: Los ejemplos de reacciones o cambios podrían incluir cambios de fase, disolución y mezclado que forman nuevas sustancias). (Límite de la evaluación: La evaluación no incluye la distinción entre masa y peso).



La expectativa de este estudiante combina las ideas centrales sobre estructura y propiedades de la materia y las reacciones químicas, la Práctica de usar las matemáticas y el cálculo mental y el Concepto Transversal de escala, proporción y cantidad.

Expectativas de un estudiante de Biología de Educación Media (MS-LS3-2):

Los estudiantes que demuestran que entienden pueden: Desarrollar y utilizar un modelo para describir el porqué la reproducción asexual da como resultado descendencia con información genética idéntica y la reproducción sexual da

como resultado una descendencia con variaciones genéticas. (Nota aclaratoria: El énfasis está en usar modelos como los cuadros de Punnett, diagramas y simulaciones para describir la relación causa y efecto de la transmisión de genes de los progenitores a la descendencia y la variación genética resultante).

La expectativa de este estudiante combina las ideas esenciales del crecimiento y desarrollo de los organismos, la herencia de rasgos y variación de los mismos, la Práctica de desarrollar y utilizar modelos y la causa y efecto.

DESARROLLO DE EVALUACIONES DE ALTA CALIDAD PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN

Con el fin de lograr un entendimiento preciso del desempeño de un estudiante en relación con las Ciencias, los instrumentos de evaluación científica se enfocan en el aprendizaje de las ciencias en todos sus dominios: ideas clave (conceptos), Prácticas y Conceptos Transversales. Además, esta evidencia debe recopilarse en el contexto de tareas científicas de la vida real. El año pasado las Escuelas Públicas de la Ciudad de Alexandria, Virginia (ACPS, por

sus siglas en inglés) lanzaron un sistema para monitorear los logros y avances de los estudiantes en las Ciencias a través de las tareas de transferencia. Estas evaluaciones están alineadas en forma vertical y permiten que el sistema escolar monitoree el desempeño de los estudiantes en temas de medición específica desde el jardín de niños hasta el 12º año escolar (Educación Básica). En adición a lo anterior la Evaluación Nacional del Avance Educativo, NAEP (National Assessment of Educational Progress) ha desarrollado herramientas para evaluar la indagación científica y da buenos ejemplos de formas alternas de evaluar a los estudiantes.

A) Tareas de Transferencia

Las tareas de desempeño o transferencia permiten a los educadores captar la clase de información que sirve mejor como evidencia de la transferencia científica. En estas herramientas de evaluación se les pide a los estudiantes que demuestren lo que aprendieron en contextos similares pero diferentes. Por ejemplo, si los estudiantes han estado aprendiendo acerca de las relaciones interdependientes de los ecosistemas mediante la exploración del estanque de la escuela, la tarea de transferencia les pediría que crearan un modelo de ecosistema terrestre. Los Conceptos Transversales son útiles mientras se crean tareas de transferencia porque permiten evaluar los conceptos utilizando diferentes contextos. Por ejemplo, si una unidad temática se enfoca en la investigación de una idea clave a través del lente de los sistemas y los modelos de los mismos, una tarea de transferencia podría pedir a un estudiante que explorara la estructura y función de las partes que conforma dicho sistema.

Las tareas de transferencia también piden a los estudiantes que demuestren una Práctica científica o de ingeniería en particular. Por ejemplo, una tarea de transferencia que requiera que los estudiantes exploren el Concepto Transversal de escala, proporción y

cantidad, también evaluaría la Práctica de analizar e interpretar los datos.

Muestra de Tarea de Transferencia del 5º Año Escolar

Usted planificará las investigaciones para ayudar a Carolina a entender mejor los cambios en la materia.

Lisa encontró a su hermana Carolina batiendo como loca su té helado. Carolina dijo que estaba tratando de hacer que se derritiera el azúcar. Lisa le dijo a Carolina que lo que estaba haciendo realmente estaba disolviendo el azúcar y no derritiéndola. Carolina se sentía confundida. Dijo que sabía que muchas cosas se derriten como los helados, los cubos de hielo, los dulces en su boca, el azúcar en el té caliente y el chocolate. Carolina concluyó diciendo que derretir y disolver eran lo mismo.

Su trabajo será diseñar una serie de investigaciones que Carolina pueda hacer de tal forma que aprenda la diferencia entre derretir y disolver.

Asegúrese de incluir lo siguiente:

- Instrucciones claras respecto a las actividades (incluir diagramas e imágenes).
- Una lista de los materiales y herramientas necesarias.
- Organizadores gráficos de muestra que Lisa puede utilizar para anotar sus observaciones.
- Notas del maestro con los resultados esperados para cada actividad y los patrones que se verán durante las acciones de derretir o disolver.

Esta tarea de transferencia se enfoca en la Práctica de planificar y realizar las investigaciones y el concepto Transversal de analizar los patrones.

Temas de Medición y Rúbricas

En ACPS determinamos que nuestros temas de medición científica K-12 coincidirían con las Prácticas y Conceptos Transversales de los NGSS. Para cada uno de estos Temas de Medición desarrollamos rúbricas de acuerdo a los grados escolares (Kindergarten-2º, 3º-5º, 6º-8º y 9º-12º). Cada tarea de transferencia se concentra en dos temas de medición (una Práctica y un Concepto Transversal).

Las rúbricas correspondientes proporcionan descriptores del desempeño en una escala de cuatro puntos. También proporciona a los maestros un lenguaje para que lo usen como retroalimentación para sus estudiantes. Los puntajes de cada tema de medición se rastrean año tras año. Los puntajes de las Tareas de Transferencia también se usan como parte de un plan integral de evaluación más extenso para monitorear el progreso



de los estudiantes durante todo el año escolar.

Tabla 1. Rastreo del desempeño del estudiante en las tareas de transferencia científica por tema de medición:

Temas de medición	Año Escolar												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prácticas Científicas y de Ingeniería	Hacer preguntas científicas y formular problemas de ingeniería												
	Desarrollar y usar modelos y representaciones visuales												
	Planificar y realizar las investigaciones												
	Analizar e interpretar datos												
	Utilizar el cálculo mental y el razonamiento matemático												
	Elaborar las explicaciones científicas y diseñar soluciones de ingeniería												
	Utilizar la evidencia para entablar y respaldar argumentos												
Conceptos Transversales	Analizar, evaluar y comunicar información												
	Analizar patrones												
	Analizar y explicar las relaciones causales												
	Evaluar el impacto de la escala, la proporción y la cantidad												
	Investigar los sistemas y modelos de sistemas												
	Analizar flujos, ciclos y la conservación de la energía y la materia												
	Explorar la estructura y la función												
Investigar la estabilidad y el cambio													

Tabla 2. Muestra de conjunto de instrucciones o comentarios por escrito

Tema de medición: Desarrollar y usar modelos y representaciones visuales	
El modelaje en K-12 se basa en las experiencias y avances para incluir el uso y desarrollo de modelos (por ejemplo, diagramas, dibujos, réplicas físicas, dioramas, dramatizaciones o guiones gráficos) que representen eventos concretos o soluciones de diseño.	
Puntaje	Indicadores de desempeño
4. Avanzado	<ul style="list-style-type: none"> Su respuesta demuestra que es muy eficiente para distinguir entre un modelo y el objeto real, el proceso y los eventos representados por el modelo. Su respuesta demuestra que usted es muy exacto cuando compara los modelos para identificar las características y diferencias en común. Su respuesta demuestra que usted es muy exacto cuando desarrolla y/o usa un modelo para representar cantidades, relaciones, escalas relativas (más grande o más pequeño) y/o patrones en el mundo natural y el diseñado. Su respuesta demuestra que usted desarrolla sistemáticamente un modelo sencillo basado en la evidencia para representar el objeto o la herramienta propuestos.
3. Competente	<ul style="list-style-type: none"> Su respuesta demuestra que usted es de alguna forma eficiente para distinguir entre un modelo y el objeto real, proceso y/o eventos representados por el modelo. Su respuesta demuestra que usted por lo general es exacto cuando compara los modelos para identificar las características y diferencias en común. Su respuesta demuestra que usted por lo general es exacto cuando desarrolla y/o usa un modelo para representar cantidades, relaciones, escalas relativas (más grande o más pequeño) y/o patrones en el mundo natural y el diseñado. Su respuesta demuestra que usted por lo general desarrolla un modelo sencillo basado en la evidencia para representar el objeto o la herramienta propuestos.
2. En Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Su respuesta demuestra que usted es muy eficiente para distinguir entre un modelo y el objeto real, proceso y/o eventos representados por el modelo. Su respuesta demuestra que usted no es exacto cuando compara los modelos para identificar las características y diferencias en común. Su respuesta demuestra que usted no es exacto cuando desarrolla y/o usa un modelo para representar cantidades, relaciones, escalas relativas (más grande o más pequeño) y/o patrones en el mundo natural y el diseñado. Su respuesta demuestra que usted ocasionalmente desarrolla un modelo sencillo basado en la evidencia para representar el objeto o la herramienta propuestos.
1. Básico	<ul style="list-style-type: none"> Su respuesta se beneficiaría si mostrara las similitudes y diferencias entre un modelo y el objeto real, proceso y/o eventos representados por el modelo. Su respuesta se beneficiaría del desarrollo y/o uso de un modelo para representar cantidades, relaciones, escalas relativas (más grande, más pequeño) y/o patrones en el mundo natural y el diseñado. Su respuesta se beneficiaría del desarrollo de un modelo sencillo basado en la evidencia para representar el objeto o la herramienta propuestos.

COMENTARIOS

"La innovación impulsa la inversión en investigación y desarrollo que, a su vez fomentan una economía basada en STEM. Esto se traduce en un mayor interés de los países por la educación en STEM. La educación en STEM a su vez genera innovación, con lo que tenemos un ciclo. Una cosa lleva a la otra y básicamente nos encontramos así en una espiral ascendente. Por ello, la innovación constituye uno de los temas clave de los que quiero hablar.

La creciente brecha en las capacidades de la fuerza laboral ponen freno a la innovación. Comentaré unos datos sobre Estados Unidos. Hoy, hay 2.7 millones de empleos sin cubrir por falta de solicitantes calificados. Es apenas un poco menor el número de personas desempleadas que no pueden obtener trabajo porque a menudo no están lo suficientemente capacitados. Esta es la brecha de capacidades: la falta de congruencia entre las necesidades y el acceso al talento que responda a esas necesidades.

Hacia el futuro, lo anterior resulta hasta un poco atemorizante porque el número de empleos que exigirán una preparación universitaria en STEM (de hecho no solamente un grado universitario en STEM, sino entender STEM, tener un conocimiento de STEM, por así llamarle) continuará aumentando. Se prevé que en los próximos diez años el número de empleos que requieran de STEM excederá varias veces el número de los que no. Para 2018, se pronostica que habrá más de 8 millones de empleos en STEM tan solo en Estados Unidos. Tenemos que trabajar duro y rápidamente porque al mismo tiempo que producimos talento nuevo, la brecha también crece, porque la necesidad de gente capacitada también va en aumento."



"En el momento en que hablamos de habilidades y competencias, todos nosotros nos sentimos cómodos con capacidades para solucionar problemas, el pensamiento crítico y otras cosas que forman parte de los programas de estudio del siglo XXI. Sin embargo, existe toda una serie de habilidades y competencias que se están derivando, cobran importancia y son difíciles de encontrar porque los puestos laborales de hoy requieren de ellas: innovación, liderazgo, habilidades de negociación, habilidades transdisciplinarias y transculturales, colaboración a través de herramientas digitales y de manera remota, son algunas de ellas.

¿Cómo abordar todo esto? Existe en Washington un grupo llamado "The STEM-Connectors". Tenemos un grupo de trabajo para la innovación al que pertenezco, y en el que estamos intentando comprender nosotros mismos (porque muchos venimos del sector de las ciencias aplicadas) en qué consiste STEM 1.0. Quienes se mueven en el dominio de la tecnología de la información y las comunicaciones ya saben a qué se refieren las diversas versiones [de software] en educación y otros. Si definimos la versión 1.0 de STEM tal cual existe en la actualidad, resulta obviamente insuficiente. No podemos vivir con la versión 1.0, necesitamos comenzar a desarrollar un concepto para STEM 2.0.

¿Qué es lo que el sector de la educación puede y debe proporcionar? A partir de la respuesta tendremos que pensar que para avanzar de donde nos encontramos ahora, tenemos que dar el salto a plataformas de competencias, de habilidades; una a la vez hasta que logremos para cada persona que siga esta ruta, un armamento o cartera con las capacidades que necesitarán para ser competitivos en el entorno laboral de hoy. (...) Además, necesitamos desarrollar las prácticas y herramientas para evaluar las capacidades innovadoras o creativas."



"Requerimos fortalecer la comunicación entre la educación y los sectores laborales. Debemos construir un puente muy poderoso entre los educadores, los que producen y preparan al talento, y los sectores en donde se necesita emplear, se empleará y debe emplearse ese talento. Todos debemos comunicarnos mejor."



Anders Hedberg



EVALUACIONES DEL DESEMPEÑO A GRAN ESCALA

La evaluación *NAEP* incluye tareas interactivas en computadora y tareas prácticas que han sido diseñadas para evaluar qué tan bien pueden los estudiantes realizar investigaciones científicas, llegar a conclusiones válidas y explicar sus resultados. Como parte de la Evaluación de Ciencias 2009, se dio a los estudiantes una nueva generación de tareas prácticas durante las cuales trabajaron con materiales de laboratorio y otro equipo para realizar experimentos.

Aunque las tareas prácticas han sido utilizadas en *NAEP* desde la década de los 90, estas nuevas tareas presentan a los estudiantes más escenarios abiertos que requieren un nivel más profundo de planificación, análisis y síntesis. Por primera vez la evaluación científica *NAEP* también incluyó tareas interactivas en ciencias por computadora. Mientras trabajan en la computadora en forma interactiva y en las tareas prácticas, los estudiantes manipulan objetos y realizan experimentos reales, ofreciéndonos datos más valiosos sobre la forma

como los estudiantes responden a los retos científicos. Se observaron varios descubrimientos clave (NCES, 2011):

- Los estudiantes tuvieron éxito en las secciones de investigaciones que implicaban conjuntos limitados de datos y al hacer observaciones directas sobre esos datos.
- Los estudiantes fueron desafiados por algunas partes de las investigaciones que contenían más variables para manipular o que implicaban una decisión estratégica para recabar los datos apropiados.
- El porcentaje de estudiantes que podían seleccionar conclusiones correctas a partir de una investigación fue más alto que el de aquellos estudiantes que podían seleccionar conclusiones correctas y también explicar sus resultados.

En el sitio web de The Nation's Report Card: <http://goo.gl/BdtqOt> se pueden encontrar algunas preguntas muestra, criterios sobre puntaje y respuestas de los estudiantes.*

* Documento sobre su presentación en la VII Conferencia.

COMENTARIOS

"Debemos comunicarnos más entre nosotros. Cuando escucho los comentarios que han realizado al respecto, me viene a la cabeza la idea de una Sinfónica: podemos ser unos instrumentos maravillosos, pero si tocamos cada uno su propia melodía, el asunto es un desastre. Normalmente vemos oficinas individuales, instituciones individuales, organizaciones individuales, miembros individuales dentro de las organizaciones trabajando cada quién por su lado. Debe haber mucho más colaboración entre todos al trabajar."

"Las políticas deben apoyar los currículos, el uso de tecnologías aplicadas a la educación, el desarrollo de evaluaciones que tomen en cuenta estos nuevos enfoques de enseñanza y sus implicaciones. Todo esto debe estar coordinado."

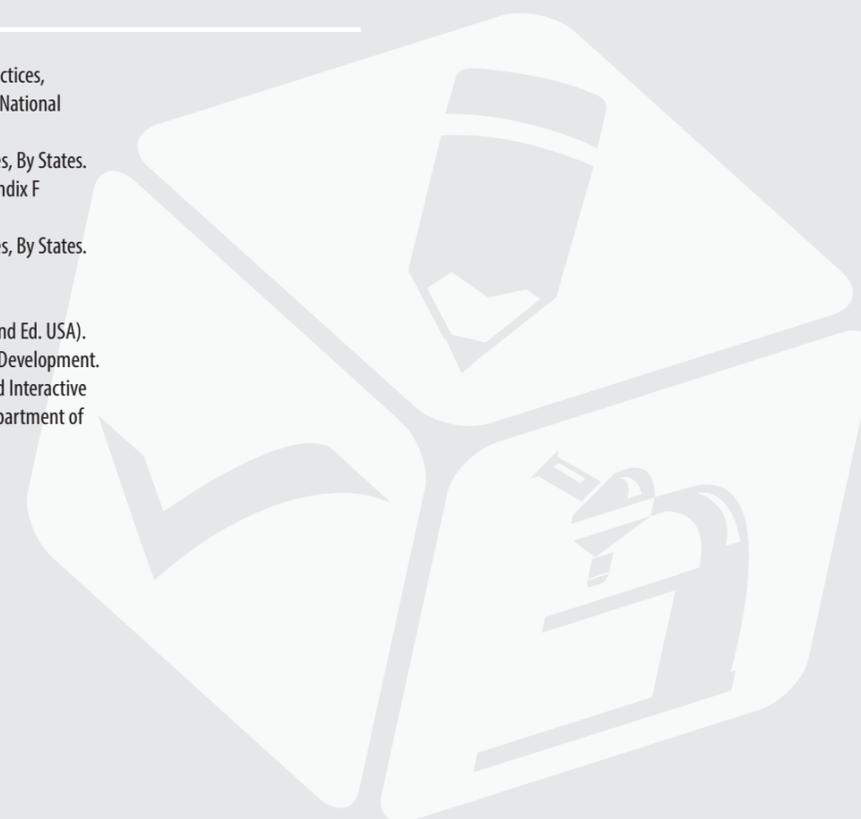
Existen muchos organismos que están interesados en caminar en este sentido. Debemos encontrar la manera de articularlos, de organizarlos. Además, no solo pedirles que se comprometan, nosotros mismo debemos comprometernos como personas individuales, como miembros de nuestros organizaciones, como padres de familia."



Jon K. Price

REFERENCIAS

- National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press, 2013, Appendix F <http://goo.gl/wLebFf>
- National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press, 2013, Appendix G <http://goo.gl/fIECjc>
- Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). Understanding by Design (Expanded 2nd Ed. USA). Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- National Center for Education Statistics. Science in Action: Hands-On and Interactive Computer Tasks From the 2009 Science Assessment. U.S. Department of Education, 2011, <http://goo.gl/Q0miba>



CONCLUSIONES

Las empresas de alta tecnología, aquellas que basan su crecimiento en la investigación y desarrollo de nuevos productos, requieren cada vez más de recursos humanos bien capacitados en ciencias, ingeniería, tecnología y matemáticas. Esto presenta un reto a las naciones: el promover las políticas educativas y currículos adecuados que respondan tanto a la realidad económica y social de los países, como a las demandas del mercado laboral que presentan dichas empresas. Lo anterior es fundamental para detonar y mantener procesos de innovación que repercutan en la conformación de economías nacionales dinámicas. Para lograrlo, se requiere de una fluida comunicación intersectorial e interinstitucional, así como la coordinación de esfuerzos orientados a objetivos comunes.

Esto es urgente, pues el presente siglo XXI presenta la necesidad de contar con personas cuyas competencias vayan incluso más allá del pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Podemos hablar de una generación 2.0 de competencias conformada por el desarrollo de un pensamiento sistémico, habilidades de negociación, la apertura a la multiculturalidad y la colaboración remota, por nombrar algunas. El reto es grande.

ACTIVIDADES PARALELAS

CENA DE BIENVENIDA Y ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS

Miércoles 13 de noviembre, 2013
Museo Interactivo de Economía, Ciudad de México.



INNOVEC agradeció el apoyo y participación de conferencistas, panelistas, así como de organizaciones de la sociedad civil, empresas e instituciones públicas aliadas, que hicieron posible la VII Conferencia Internacional sobre Enseñanza Indagatoria de la Ciencia en Educación Básica: "La Evaluación del Aprendizaje de la Ciencia: Tendencias y Retos".

Durante la ceremonia, INNOVEC otorgó un reconocimiento a la Dra. Rosa Devés y al Dr. Jorge Allende, de la Universidad de Chile y al Dr. León Olivé, de la Universidad Nacional Autónoma de México, por sus contribuciones a la enseñanza vivencial e indagatoria de la ciencia.

TALLERES

Miércoles 13 de noviembre, 2013.
Centro Cultural Tlatelolco, Ciudad de México.

Trilogía de talleres para miembros de los equipos estatales involucrados en la implementación del Programa Sistema de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) en México.

Taller 1. La evaluación formativa en el salón de clases: instrumentos y herramientas de apoyo para los docentes

Instructora: **María Figueroa**

Este taller fue diseñado para miembros de los equipos estatales involucrados en la implementación del SEVIC en México. El propósito: desarrollar habilidades para diseñar e implementar estrategias de evaluación formativa.



Taller 2. Importancia de un sistema de evaluación para los programas de Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación: el caso de Australia, Primary Connections

Instructora: **Shelley Peers**

El taller estuvo dirigido principalmente a miembros de los equipos estatales involucrados en la implementación del SEVIC. Tuvo como objetivo que los participantes reflexionaran sobre la necesidad de implementar sistemas de evaluación del programa SEVIC en sus estados, tomando como referencia la experiencia llevada a cabo en Australia con el programa *Primary Connections*.

Taller 3. Usos de recursos adicionales de apoyo al docente de secundaria para los programas de Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación

Instructora: **Anne Goube**

En el taller se promovió el uso de el DVD *Aprender ciencia y tecnología en le escuela secundaria* como recurso didáctico para los programas ECBI. La producción de la versión internacional del DVD (en español y en inglés) estuvo a cargo de INNOVEC y es un ejemplo del trabajo colaborativo que INNOVEC ha realizado con el programa francés *La main à la pâte*.



SEMBLANZAS

DISCURSO INAUGURAL Y CONFERENCIA MAGISTRAL



Jaime Lomelín Guillén

Presidente del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

Lomelín Guillén posee una Licenciatura en Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), realizó estudios de Administración de Empresas en la Universidad de Wisconsin (1958-1959), cursó el Programa AD2 en el Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresas (IPADE) en 1975 y el Programa Ejecutivo de Stanford en la Universidad de Stanford (1984).

Es miembro de la Junta de Gobierno del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) y Director Alterno de: Palacio de Hierro, Grupo Nacional Provincial y Valores Mexicanos Casa de Bolsa. También es Presidente de la Junta de Gobierno de la Escuela de Química de la UNAM así como miembro de la Fundación UNAM.

Lomelín es Presidente de los Consejos Directivos de INNOVEC, la Cámara Mexicana de Minería y del Consejo de Desarrollo Económico de Zacatecas.



Mario Molina

Vicepresidente del Consejo Directivo de INNOVEC. México.

Es ingeniero químico egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (1965); posteriormente realizó estudios de posgrado en la Universidad de Friburgo, Alemania (1967) y obtuvo un Doctorado en Físicoquímica de la Universidad de California, Berkeley, en Estados Unidos (1972).

Es un pionero y uno de los principales investigadores a nivel mundial de la química atmosférica. Fue coautor, junto con F.S. Rowland en 1974, del artículo original prediciendo el adelgazamiento de la capa de ozono como consecuencia de la emisión de ciertos gases industriales, los clorofluorocarburos (CFCs), que les mereció el Premio Nobel de Química.

Fue profesor en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en el periodo 1989-2004; profesor e investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México entre 1967 y 1968; de la Universidad de California, Irvine, entre 1975 y 1979 y del Laboratorio de Propulsión a Chorro del Instituto Tecnológico de California (CALTECH) en el periodo 1982 a 1989.

Miembro de la Academia Nacional de Ciencias y del Instituto de Medicina de los Estados Unidos, y desde abril de 2011 es uno de los 21 científicos que forman parte del Consejo de Asesores de Ciencia y Tecnología del Presidente Barack Obama (PCAST).

Por su labor y contribución a la Ciencia ha recibido numerosos galardones, incluyendo más de 30 doctorados Honoris Causa, el Premio Tyler de Energía y Ecología en 1983, el Premio Sasakawa de las Naciones Unidas en 1999, el Premio Nobel de Química en 1995 y es el primer mexicano en recibir la Medalla Presidencial de la Libertad de Estados Unidos. Actualmente, el Profesor Molina es investigador de la Universidad de California en San Diego (UCSD). En México, preside desde 2005 el Centro Mario Molina. Es Vicepresidente del Consejo Directivo de INNOVEC



José Narro Robles

Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

En 1973 obtuvo, en la Facultad de Medicina de la UNAM, el título de médico cirujano con mención honorífica en su examen profesional. Entre 1976 y 1978 efectuó estudios de posgrado en medicina comunitaria en la Universidad de Birmingham, Inglaterra. En enero de 1974 se incorporó a la UNAM como profesor de la Facultad de Medicina, en la que ha dictado cátedra de medicina preventiva, medicina familiar y salud pública, además de haber sido titular de distintos cursos de posgrado.

En la propia Universidad Nacional se desempeñó como director general de Extensión Académica, director general de Planeación, secretario general de la misma entre 1985 y 1991, coordinador general de Reforma Universitaria, además de haber fungido como director de la Facultad de Medicina entre 2003 y 2007. En noviembre de 2007 fue designado Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México para el período 2007-2011, al término del cual fue re electo para un segundo mandato que concluye en el 2015.

En la administración pública federal ocupó diversos cargos entre los que destacan el de director general de Salud Pública en el Distrito Federal, director general de los Servicios Médicos del Departamento del Distrito Federal, secretario general del Instituto Mexicano del Seguro Social, subsecretario de Gobierno en la Secretaría de Gobernación y subsecretario de Servicios de Salud en la Secretaría de Salud.

Ha recibido múltiples reconocimientos a lo largo de su trayectoria. Desde 1992 es miembro de la Academia Nacional de Medicina, desde 2004 pertenece a la Academia Mexicana de Ciencias y es miembro por invitación de la Academia de Ciencias Médicas del Instituto Mexicano de Cultura. En octubre de 2007 ingresó a la Real Academia Nacional de Medicina de España como académico correspondiente extranjero. Ha sido asesor de la Organización Mundial de la Salud, presidente de la Asociación Mexicana de Medicina General-Familiar e integrante de numerosas juntas de gobierno de los institutos nacionales de salud.



Sylvia Schmelkes

Presidenta de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

Realizó estudios en Sociología con Maestría en Investigación Educativa, en la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México. Es investigadora de la educación desde 1970.

Ha desempeñado diversos cargos institucionales: profesora-investigadora titular del Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de 1994 a 2001; asesora del Secretario de Educación Pública de 1996 al 2000; presidió la Junta de Gobierno del Centro de Investigación e Innovación Educativa de la OCDE de marzo de 2002 a mayo de 2004; dirigió el Instituto de Investigaciones para el Desarrollo de la Educación (INIDE) de la Universidad Iberoamericana Ciudad de México, hasta abril de 2013. A partir del 2 de mayo de 2013 Consejera Presidenta del INEE. Ha realizado investigación en los campos de la educación para adultos, la calidad de la educación básica, la educación intercultural y la formación en valores. Es Investigadora Nacional Nivel III.

SEMBLANZAS

CONFERENCISTAS, PANELISTAS Y MODERADORES



Eduardo Backhoff Escudero

Miembro de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

Nació en Ensenada, Baja California. Es Licenciado en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tiene Maestría en Educación por la Universidad de Washington y Doctorado en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. La evaluación del aprendizaje ha sido su línea de investigación. Es Investigador Nacional Nivel II.

Ha colaborado en diversas dependencias dedicadas a la investigación educativa; Director Interino del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California de 1993 a 1995; Director del Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California de 1995 a 1999; Director de Pruebas y Medición del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación de 2004 a 2008; editor científico de la Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE) de la Universidad Autónoma de Baja California de 2009 a 2011; Miembro del Grupo de Expertos en Cuestionarios de Contexto de PISA 2012, de 2010 a 2012; consultor del Educational Testing Service (ETS) para conducir Laboratorios Cognitivos de los Cuestionarios de Contexto traducidos al español de PISA 2012, en 2010; Miembro de la Junta de Gobierno del INEE a partir del 30 de abril de 2013.



Shelley Peers

Primary Connections. Australia.

Es Directora del Proyecto: *Primary Connections: linking science with literacy* de la Academia de Ciencias de Australia. Es médica bioquímica y profesora de escuela primaria.

Ha ocupado puestos como diseñadora de programas de estudios y desarrolladora de programas curriculares. Es Miembro Churchill 2008-2009; Miembro de la Sociedad Internacional para el Diseño y Desarrollo en Educación (ISDDE por sus siglas en inglés), y en 2010 recibió un reconocimiento como ex-alumna destacada por la Facultad de Educación de la Universidad de Tecnología Queensland, Australia. Ha realizado presentaciones en el IAP sobre el programa que dirige (*Primary Connections*) así como en otros eventos en Sudáfrica, Francia, Reino Unido, Estados Unidos de Norteamérica y Chile.



Louise Hayward

Universidad de Glasgow. Reino Unido.

Es miembro del "Grupo por la Reforma de la Evaluación" del Reino Unido. Ha trabajado a nivel nacional e internacional el tema de la evaluación con un enfoque de justicia social.

Tiene particular interés en la investigación y puesta en práctica de la política pública orientada a la mejora de la educación; especialmente en cómo los resultados de las evaluaciones pueden usarse como base para tomar decisiones en educación y cómo podrían mejorarse al trabajar de manera colaborativa profesores, estudiantes, investigadores y legisladores.

Colabora en el trabajo de investigación del "Grupo por la Reforma de la Evaluación"; ha formado parte del trabajo de "Evaluación Internacional para el Consorcio de Aprendizaje" y ha participado en la iniciativa para la Innovación Política Escocesa en la Investigación y Aprendizaje (SPIRAL) de Escocia.



Ulrika Johansson

Directora del Programa Ciencia y Tecnología para Todos (NTA). Suecia.

Es Profesora de Matemáticas y Ciencia desde 1997. Desde el 2005 dirige el Programa NTA (Naturvetenskap och Teknik för Alla, NTA en Sueco) en Linköping, además de ser la responsable del Programa de Mejoramiento de la Enseñanza y Aprendizaje en Ciencia y Tecnología para Escuelas de Educación Elemental.

En los años 2008 y 2009 Ulrika fue la Directora de desarrollo del Proyecto "Ciencia y Tecnología Adentro y Afuera de la Escuela". Este proyecto involucró a preescolar, escuelas de educación elemental y media en Linköping, desarrollando una estrategia para estudiantes de un año hasta 16. El enfoque principal de la iniciativa fue el desarrollo de un plan de trabajo estratégico de ciencia y desarrollo sustentable en cooperación con empresas, museos, centros de ciencia y la Universidad de Linköping.

En 2013 Ulrika Johansson se convirtió en miembro de la Agencia Nacional Sueca de Programas Educativos para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.



María Alejandra González Dávila

Programa La Ciencia en tu Escuela de la Academia Mexicana de Ciencias. México.

Maestra en Ciencias con especialidad en Investigación Educativa, en el área de Análisis del Discurso y Enseñanza de la Ciencia, por el Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV. Es Pedagoga egresada de la UNAM. Realizó estudios de Ingeniería Biomédica en la UAM con especialización en Instrumentación Médica Electrónica y trabajó en el área de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Cardiología.

Es colaboradora de la revista *Correo del Maestro* y ha sido responsable de formación docente del Laboratorio de Innovación en Tecnologías Educativas (LITE). Fue autora de libros de texto y recursos interactivos de Ciencias para Telesecundaria en el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE); actualmente cuenta con dos publicaciones para secundaria general y finaliza la edición de una colección de textos para el bachillerato.

Es Coordinadora de Evaluación y miembro del Grupo de Enseñanza del Programa "La Ciencia en tu Escuela" de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).



Carlos Mancera Corcuera

Valora Consultores, S.C. México.

Es economista del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), desde 1988 ha ocupado diversos cargos en dependencias de la Administración Pública, como Coordinador de Asesores de los Secretarios de Programación y Presupuesto y de Educación Pública y Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Fue Subsecretario de Planeación y Coordinación en la Secretaría de Educación Pública, cargo que ocupó desde 1994 por un período de seis años. Tuvo un papel activo en múltiples proyectos que entre 1992 y el año 2000 conformaron la política educativa. Desde 2001 es socio de Valora Consultoría, S.C., empresa dedicada a la asesoría en temas de educación y cultura. Ha realizado múltiples trabajos para el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y la OCDE.



Wynne Harlen

Universidad de Bristol. Reino Unido.

Se graduó de la Universidad de Oxford en 1958 con Grado Honorífico en Física y obtuvo su Doctorado en la Universidad de Bristol. Entre otros cargos, ha sido Jefa del Departamento de Enseñanza en la Universidad de Liverpool y Directora del Consejo Escocés para la Investigación en Enseñanza en Edimburgo. Ha sido consultora y codirectora de proyectos de investigación de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF), de TERC y Cambridge, entre otros.

Fue presidenta del grupo de científicos expertos para el proyecto PISA de la OCDE durante sus primeros seis años. Presidió el Comité Internacional de Supervisión del Programa de Enseñanza de la Ciencia del Panel Inter Académico (IAP) para el desarrollo de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación en escuelas de pre-secundaria; es miembro fundador de la Asociación Británica de Investigación Educativa.

Wynne Harlen fue condecorada por la Reina con la Orden del Imperio Británico en 1991 y recibió en 2001 un reconocimiento especial por sus servicios distinguidos a la educación en ciencias por la Asociación de Enseñanza de la Ciencia (ASE). Ha participado en los consejos editoriales de numerosas revistas internacionales. Sus publicaciones incluyen 25 reportes de investigación, más de 160 artículos en revistas especializadas, contribuciones en 38 libros y 30 libros de su autoría o coautoría. Actualmente dirige el proyecto de Sistemas de Evaluación para el Futuro, patrocinado por la fundación Nuffield en la Universidad de Cambridge.



Guillermo Solano

Universidad de Colorado, Boulder. Estados Unidos.

Postdoctorado en medición y desarrollo de la Evaluación por la Universidad de Santa Bárbara. Doctor en Educación con especialidad en Metodología y Medición, por la misma Universidad, Maestro en Psicología Educativa y Licenciado en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Especialista en medición de la educación, desarrollo de la evaluación y asuntos lingüísticos y culturales relevantes para las evaluaciones de las minorías lingüísticas y comparativos internacionales. Es profesor de educación bilingüe e inglés como segunda lengua en la Escuela de Educación de la Universidad de Colorado, en Boulder.

Es autor de la teoría *Test Translation Error*, que apunta a la reflexión de la evaluación transcultural. Actualmente, trabaja en la investigación sobre distintas formas de medición en pruebas para matemáticas, formas de evaluación para estudiantes del inglés en el salón de ciencias, y el diseño de ilustraciones como evaluación de estudiantes del idioma inglés combinando enfoques sociolingüísticos, semióticos y científico cognitivos.



Rosa Devés

Vicerrectora de la Universidad de Chile en Santiago. Chile.

Se graduó como Bioquímica en la Universidad de Chile en 1974 y cuenta con un Doctorado en Bioquímica en la Universidad de Western Ontario, Canadá en 1978. Posteriormente realizó un Postdoctorado en la Universidad de Southern California en Los Ángeles.

En 1980 se incorporó al Departamento de Fisiología y Biofísica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. En la Facultad de Medicina ha participado activamente en el desarrollo de la educación de postgrado, incluida la creación del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas que dirigió por dos periodos de 5 años. También participó en la creación del Instituto de Ciencias Biomédicas. Entre 2006 y 2010 fue Directora de Postgrado y Postítulo de la Universidad de Chile y desde 2010 ha sido Vicerrectora. Desde 2003 ha sido Miembro Correspondiente de la Academia Chilena de Ciencias.

Junto a su carrera científica y académica ha estado involucrada en el mejoramiento de la educación en ciencias a nivel escolar, colaborando entre 1999 y 2002 con la Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación como coordinadora de los equipos de ciencias en el desarrollo del currículum. En colaboración con Jorge Allende creó en 2003 el establecimiento del Programa ECBI (Educación en Ciencias Basada en la Indagación) en una asociación entre el Ministerio de Educación, las universidades, la Academia Chilena de Ciencias, los municipios y las escuelas, con el propósito de llevar una educación en ciencias de calidad a todos los niños.



Petra Skiebe-Correte

Directora del Programa Pollen. Alemania.

Doctora en Neurobiología. Es directora de NatLab, en la Freie Universität Berlin, en donde ofrece tanto a estudiantes de escuelas primarias y de educación superior la oportunidad de realizar experimentos actualizados basados en indagación en biología y química, desarrollados por científicos. Inició una red de laboratorios de ciencia informal en los estados de Berlín y Brandemburgo (GenAU).

Para apoyar la enseñanza de la ciencia basada en la indagación a largo plazo dentro de las escuelas primarias, fundó en 2007 TuWaS! (Technik und Naturwissen-schaften an Schulen, Ciencia y Tecnología en Escuelas) como una cooperación entre la Freie Universität Berlin y la Academia de Ciencias y Humanidades Berlin Brandenburg. Actualmente, TuWaS! trabaja con 140 escuelas en cuatro estados diferentes de Alemania. Dentro del proyecto Fibonacci, TuWaS! colabora con tres países: Luxemburgo, Austria y Turquía.

Skiebe-Corrette también participa en el consejo asesor del Centro Nacional de Recursos Científicos en Washington, D.C., y en el LernortLabor Bundesverband der Schülerlabore e.V., una asociación de ayuda a laboratorios de ciencia informal dentro de Alemania



Anne Goube

Programa La main à la Pâte, Francia.

Realizó la Maestría en Física y Química en París en 1974. Entre 1982 y 1983, en la Universidad de San José en California en los Estados Unidos, se certificó en el manejo conductual en el salón de clases y en el análisis de estilos docentes.

Tiene una larga carrera profesional en la que ha desempeñado diversos cargos: profesora de tiempo completo de secundaria de 1976 a 2001; Instructora de maestros en servicio de 1984 a 1990; instructora de maestros en formación 1990 a 2001; profesora de química en la Universidad Comunitaria de Austin, Texas, de 2001 a 2002.

A su regreso en Francia y hasta el 2011, se desempeñó como instructora de maestros en formación de primaria y de secundaria en la Universidad Joseph Fourier de Grenoble, y como instructora en educación continua para maestros de primaria en enseñanza indagatoria de la ciencia.

A partir de 2011, año en que se retiró, trabaja como voluntaria a nivel nacional e internacional en el programa francés *La main à la pâte*, que promueve la enseñanza indagatoria de la ciencia en educación básica.



Norma Sbarbati Nudelman

Presidenta del Programa de Educación en Ciencias de la Red Interamericana de Academias de Ciencias. Argentina.

Realizó el Doctorado en Química en la Universidad de Buenos Aires. El Postdoctorado en el MIT (Cambridge, Estados Unidos); fue investigadora asociada en la Universidad de California (Santa Cruz, Estados Unidos); profesora visitante en Universidad de East Anglia, (Norwich, Reino Unido); profesora en la Universidad de Kyushu (Fukuoka, Japón); profesora visitante en la Universidad de Marsella (Marsella, Francia); profesora visitante en la Universidad de Valencia (Valencia, España) y conferencista invitada en varias universidades de Europa, Asia y América.

Actualmente se desempeña como profesora plenaria de la Universidad de Buenos Aires, como investigadora senior en el Consejo Nacional de Investigaciones (CONICET), es Miembro Titular de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y es Presidenta del Programa de Educación en Ciencias de la Red Interamericana de Academias de Ciencias. Ha desarrollado importantes trabajos de investigación en el campo de química organometálica; química verde; química orgánica física; química ambiental aplicada así como en estabilidad de medicamentos y productos farmacéuticos.

Ha recibido numerosos premios entre los que destacan: el Premio a la Investigación Distinguida, por el Ministerio de Ciencia y Tecnología; el Premio a la Trayectoria en Educación Química y Químico del Año por la Sociedad Argentina de Química.



Hubert Dyasi

Profesor Emérito del *City College*, Universidad de la Ciudad de Nueva York. Estados Unidos.

Profesor de Educación en Ciencias, especializado en el desarrollo profesional de los profesores de ciencia. Obtuvo su Ph.D. en Educación en Ciencias en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Ha impartido cursos de Educación en Ciencias a nivel de pre y posgrado y supervisado a estudiantes de profesores en Estados Unidos e internacionalmente.

Además de dirigir programas de Educación en Ciencias para los distritos escolares de la ciudad de Nueva York, ha colaborado con el Departamento de Educación del Estado de Nueva York y nacionalmente con escuelas y distritos escolares para desarrollar sus programas de educación en ciencias y para implementar educación indagatoria en ciencias en el salón de clases. Trabajó para la Universidad de la Ciudad de Nueva York.

Es miembro de numerosos consejos directivos y consultor de enseñanza y aprendizaje en ciencias. Ha participado en varios paneles así como equipos de visita de la *National Science Foundation*.



Jorge Alejandro Neyra González

Subsecretario de Educación Básica y Normal del Estado de México. México.

Es Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la Universidad Autónoma del Estado México, con cursos de especialización en Educación, Administración y Liderazgo por la University of New Mexico; en Estudios Electorales por la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Autónoma del Estado de México, actualmente se encuentra estudiando la Maestría en Administración con especialidad en Alta Dirección en el Colegio de Estudios de Posgrado de la Ciudad de México.

A partir del 7 de febrero del 2013, funge como Subsecretario de Educación Básica y Normal del Gobierno del Estado de México. Fue Director General de Educación Media Superior del Gobierno del Estado de México de 2008 a 2013; Director General del Instituto Electoral del Estado de México 2004-2005; fue Vocal Ejecutivo de las Juntas Distritales y Presidente de los Consejos Distritales 34 y 04 con sede en Toluca y Villa Nicolás Romero del Instituto Federal Electoral en los años 1994-2004.

Cuenta con reconocimientos por conferencias dictadas en instituciones académicas y políticas sobre temas educativos, político-electorales, oratoria y debate político



Cristina Aguilar Ibarra

Subdirectora de Pruebas de Matemáticas y Ciencias Naturales del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). México.

Profesora de educación primaria, egresada de la Escuela Nacional de Maestros, también es profesora de educación media en la especialidad de Biología, egresada de la Escuela Normal Superior de México. Tiene Maestría en Educación en el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa y estudios de Doctorado en Evaluación Educativa en la Universidad Anáhuac. Integrante del equipo fundador de la Dirección General de Evaluación Educativa de la Secretaría de Educación Pública, (SEP) institución en la que se desempeñó como coordinadora del área de ciencias naturales en los proyectos de evaluación de primaria, secundaria y educación normal. También fue jefa del Departamento de Contenidos y Métodos en la SEP y directora de Educación en Población, en el Consejo Nacional de Población. Es autora de varios materiales educativos sobre la didáctica de las ciencias naturales, educación en población y educación sexual. Desde el año 2003 labora en el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), en el que se ha desempeñado, primero, como coordinadora de la elaboración de EXCALE (Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos) de Ciencias Naturales y, actualmente, como subdirectora de Pruebas de Matemáticas y Ciencias Naturales.



María Figueroa

Decana de Educación de la Universidad Externado de Colombia. Colombia.

Bióloga por parte de la Universidad de los Andes con Maestría en Educación en Ciencias del Teacher's College de la Universidad de Columbia. Tiene un Doctorado en Educación con énfasis en Evaluación, de la Universidad de Stanford. Como disertación realizó una investigación para comparar aprendizajes en ciencias de estudiantes en programas de indagación en ciencias con estudiantes que participan en otros programas. Desde el 2001 y hasta el 2006, se desempeñó como coordinadora de la formación de profesores del Proyecto Pequeños Científicos en Colombia. Actualmente es la Decana de Educación de la Universidad Externado de Colombia, y asesora al Instituto de Evaluación de Colombia en varios proyectos.



Patricia Rowell

Profesora Emérita en Educación en Ciencias, Universidad de Alberta. Canadá.

Es Profesora Emérita en Educación en Ciencias en la Universidad de Alberta en Canadá. Tiene un grado de Bachiller y uno de Maestría en Bioquímica del University College, London y de la Universidad de Oxford; además, un Doctorado en Educación en Ciencias de la Universidad de Alberta. Con USAID, fue designada Consejera Técnica Superior del Gobierno de Namibia durante dos años, con la responsabilidad de desarrollar el currículo de ciencias para primaria. Como miembro del Grupo de Trabajo del InterAcademy Panel Working Group on Science Education, ha colaborado con un grupo internacional de educadores en ciencia y académicos para apoyar la educación en ciencias basada en la indagación (ECBI) en países en desarrollo. Mediante una invitación del gobierno de Chile, fue miembro del equipo internacional de evaluación del programa de ciencias basado en la indagación en ese país, junto con los profesores Harlen y Léna, También colabora con el *Centre for Research in Learning Science at Southeast University* en Nanjing, que promueve la reforma educativa en ciencias en primaria.



Reyes Tamez Guerra

Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Reyes Tamez Guerra es Licenciado Químico Bacteriólogo Parasitólogo por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y realizó una Maestría y un Doctorado en Ciencias con especialidad en Inmunología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). En la UANL desempeñó distintos cargos, algunos de ellos como: Jefe del Departamento de Inmunología y Microbiología, Director de la Facultad de Ciencias Biológicas, Secretario General y Rector de la Universidad. En lo referente a la educación, ha colaborado como Vocal de Cooperación y de Estudio de la Unión de Universidades de América Latina (UDUAL), Presidente del Consejo Regional Noreste y miembro del Consejo Nacional de la ANUIES (1996-2000). Entre otros cargos públicos, fue Secretario de Educación Pública de México (2000 – 2006), y en el 2007 fue Secretario de Educación de Nuevo León. También ha sido miembro de los Comités Evaluadores de Becas y Proyectos de Investigación de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del CONACYT y de la Junta de Gobierno de dicho organismo. Fue consejero de la Comisión Estatal de Planeación de la Educación Superior (COEPES) del Estado de Nuevo León y Vicepresidente alterno de la Organización Universitaria Interamericana con sede en Canadá. Actualmente es Profesor Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Nuevo León.



Armando Loera Varela

Heurística Educativa. México.

Cuenta con Licenciatura en Filosofía por la Universidad Autónoma de Chihuahua y Posgrado en Educación por la Universidad de Harvard. Ha sido profesor del Instituto para el Desarrollo Social del Banco Interamericano de Desarrollo en Washington, D.C., de la Universidad Alberto Hurtado de Chile y del ITESM - Campus Chihuahua. Como investigador ha formado parte del Instituto para el Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard, fue responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo Académico del Departamento de Educación del Gobierno de Chihuahua y desde 2001 dirige el equipo de Heurística Educativa, realizando estudios para la Secretaría de Educación Pública, el BID y UNESCO. Ha sido asesor de la Universidad Pedagógica Nacional y consultor de UNICEF, Banco Mundial, BID, entre otras instituciones. Actualmente realiza un estudio comparativo sobre enseñanza de las matemáticas y la ciencia en República Dominicana, Paraguay y Nuevo León. Además apoya como consultor y evaluador a la Fundación Empresarios por la Educación Básica de México (ExEb), para quien ha publicado (junto con Esteban García Hernández y Óscar Cázares Delgado) los libros sobre su modelo de acompañamiento de escuelas: "Gestión pedagógica centrada en el aprendizaje" y "Gestión escolar centrada en el aprendizaje".



Lee Yee Cheong

Presidente del Consejo del Programa de Educación en Ciencias del IAP. Malasia.

Ingeniero Eléctrico por la Universidad de Adelaide. Fue parte de la Junta Nacional de Electricidad de Malasia hasta 1980. Posteriormente, fue Director y Director Ejecutivo de Tenaga Ewbank Preece (M) Sdn Bhd (TEP) hasta el año 2002. Es Director de UMW Holdings Berhad. Miembro de la Comisión de Energía de Malasia. Es asesor del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Malasia, Fundador de la Secretaría General, Vicepresidente y Tesorero de la Academia de Ciencias de Malasia (ASM). Miembro fundador (2001-05) de la Junta del Consejo Inter-Académico de las Academias de Ciencias del Mundo y miembro del Consejo Académico del Foro Económico Mundial. Es el Secretario General de la Federación de las Academias y Asociaciones de Ciencia de Asia (FASAS) y el Presidente fundador de la Academia de Ingeniería y Tecnología de Asia (AAET). Es miembro de la Academia Australiana de Ciencias Tecnológicas e Ingenierías, y miembro de la Academia de Ingenierías Panamericana. El Dr. Lee fue reconocido por el Gobierno de Malasia con los premios DPMP y KMN por su labor en la ingeniería. Fue nombrado Oficial Honorario de la Orden of Australia (AO) por sus aportes en el fortalecimiento de las relaciones entre Malasia y Australia.



Ubaldo Ávila Ávila

Subsecretario de Educación Básica y Normal de Zacatecas. México.

Maestro normalista de educación primaria desde 1981, desempeñándose como Maestro rural multigrado de esa fecha a 1988. Realizó estudios en la Escuela Normal Superior de Durango con especialidad en Ciencias Naturales. Maestro de Biología, Física y Química en secundarias técnicas de 1988 a 2004. Ponente en prácticas docentes en las materias señaladas en su entidad federativa. Ponente de experiencias en escuela rural y grupos multigrados en los foros estatales en 1990 y 1991. Realizó estudios de Maestría en Educación. Funcionario de la Secretaría de Educación y Cultura en el ámbito regional con distintas responsabilidades.

Ha ocupado varios espacios de elección popular, entre los que se destacó como Diputado Local de la LVI y LIX Legislaturas del Estado de Zacatecas. Desde el 2010 es Subsecretario de Educación Básica y Normal en Zacatecas, teniendo como responsabilidad coordinar y dar seguimiento a las acciones educativas en materia de educación inicial, preescolar, primaria, secundaria y escuelas normales.



Arturo M. Fernández Pérez

Rector del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). México.

Es Licenciado en Economía del ITAM; Maestría y Doctorado en Economía de la Universidad de Chicago, obtuvo el segundo lugar en el Premio Nacional de Economía a nivel investigación, BANAMEX en 1987. Rector del Instituto Tecnológico Autónomo de México, de 1992 a la fecha.

Ha sido Coordinador de Asesores del C. Secretario y Coordinador del Programa de Desregulación Económica, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1989-1991); Director General de la División Académica de Economía, Derecho y Ciencias Sociales del ITAM (1987-1989); Jefe del Departamento Académico de Economía del ITAM (1983-1986); Asesor de la Subsecretaría de Ingresos, SHCP, (1983); Miembro del Consejo de Administración de Industrias Peñoles, S.A.B. de C.V.; Grupo Nacional Provincial, S.A.; El Palacio de Hierro, S.A.B.; Valores Mexicanos, Casa de Bolsa; Grupo Financiero BBVA Bancomer, S.A.; Fomento Económico Mexicano, S.A. de C.V. (FEMSA); Grupo Bimbo, S.A.B., de C.V., y Fresnillo, PLC.



Jon K. Price

Director del Programa de Investigación y Evaluación de INTEL. Estados Unidos.

Realizó estudios en la Universidad de Nuevo México, en la Escuela de Graduados de Harvard y recibió el título de Doctor por el Colegio de Educación de la Universidad de Texas (*Texas A&M*).

Ha dirigido el programa tecnológico de evaluación de la educación para Intel Global K-12, desde 2003. En 2008 sus responsabilidades incluyeron investigación y evaluación sobre la efectividad en la integración de la tecnología en diferentes niveles educativos y cómo ésta puede impactar la enseñanza, el aprendizaje, la educación y el crecimiento económico.

Jon Price dirige una serie de programas de evaluación a fin de asegurar la continuidad y mejora continua de los productos educativos de Intel; evaluaciones que son financiadas por la Fundación Intel e Intel Corporation asignadas a iniciativas educativas como Intel Teach, Intel Learn y la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería de Intel.



Daniel Alcázar Román

Centro Smithsonianiano de Educación en Ciencias. Estados Unidos.

Obtuvo la Licenciatura en Ciencias, en el área de Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Lipscomb, Nashville en 1999 y la Maestría en Liderazgo en Educación en la Universidad del Sur de Texas, Houston.

Desde Julio del 2012 es Supervisor de Desarrollo Curricular en Ciencia y Tecnología de las Escuelas Públicas de Alexandria. Desde el 2007 hasta enero de 2012 fue especialista en Currículum y Evaluación de los Distritos Escolares Independientes de Houston; de 1999 a 2007 fue Profesor de Ciencia y Coordinador de Instrucción en los Distritos Escolares Independientes de Houston. Ha sido Consultor en Educación en diferentes sitios como el Instituto Smithsonianiano y la Asociación de Evaluación del Noroeste (NKWEA).

Entre las Funciones relacionadas con el manejo de programas STEM, ha sido líder de reformas educativas distritales, ha vinculado las divisiones de Currículo y de Evaluación en Agencias de Educación Estatales, el Centro Nacional para Estadísticas de Educación y el Departamento de Educación de Estados Unidos de Norteamérica. Entre los reconocimientos que le han sido otorgados se encuentra el de Experto Instructor STEM del Instituto Smithsonianiano para LASER desde el 2009, Premio a la Excelencia en Educación Ambiental en el 2007, beca por Excelencia en la Enseñanza de la Ciencia por el Instituto del Medio Ambiente de Houston y la Universidad de Houston, el premio de la Fundación Nothrop Grumman en el 2006 y la Beca de Liderazgo en Enseñanza de la Ciencia del Colegio de Medicina de Baylor.



Anders Hedberg

Presidente de Hedberg Consulting, LLC. Estados Unidos.

Doctorado en Farmacología en la Escuela de Medicina de la Universidad de Göteborg, Suecia. Ha enseñado y conducido investigaciones en los departamentos de Fisiología y Farmacología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Göteborg; AstraZeneca, Göteborg, Suecia; Universitätsklinikum Johann Wolfgang Goethe, Frankfurt a/M, Alemania; Escuela de Medicina de la Universidad de Colorado en Denver, y en la Escuela de Medicina de la Universidad of Pennsylvania, donde completó una beca de investigación Postdoctoral de tres años. Durante 15 años, el Dr. Hedberg se dedicó a la investigación y publicó numerosos trabajos sobre los mecanismos de intervención farmacológica en hipertensión, insuficiencia cardíaca, isquemia de miocardio y trombosis, ocupando cargos como: Científico en Jefe, Líder del Grupo de Investigación y Jefe de Sección en farmacología cardiovascular y el descubrimiento de fármacos en Astra-Zeneca y Bristol-Myers Squibb. El Dr. Anders Hedberg es un ex ejecutivo empresarial con 30 años de experiencia en farmacéutica, asuntos corporativos y la promoción de la ciencia, salud y educación. En su cargo como Director del área de filantropía corporativa de Bristol-Myers Squibb, el Dr. Hedberg dirigió el programa mundial de educación de las ciencias de Bristol-Myers Squibb (BMS). Desde su posición el Dr. Hedberg estableció fuertes alianzas entre BMS y los principales organismos nacionales e internacionales de enseñanza de las ciencias a nivel gobierno, empresas privadas y organizaciones sin fines de lucro.



Leopoldo Rodríguez

Miembro del Consejo Directivo de INNOVEC, México.

Ingeniero Químico por la UNAM y MBA por la Universidad de las Américas. Actualmente es colaborador y director en compañías de negocios e innovación en acuicultura, diseño estructural avanzado y energías renovables. Entre otros cargos, es miembro del Comité Técnico y Administrativo de los Fondos para Emprendedores de Nacional Financiera – CONACYT; miembro de la Junta de Gobierno y anterior Secretario de la Fundación México Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), miembro del Consejo Directivo del Centro Mario Molina y de INNOVEC; miembro del Consejo de Honor y anterior Secretario de la Asociación Mexicana de Directivos en Investigación Aplicada y Tecnologías del Desarrollo (ADIAT); Secretario del Consejo de la Facultad de Química de la UNAM y Secretario del Consejo de La Orquesta Filarmónica de la UNAM.

Anteriormente, fue Vicepresidente de Grupo Desc; Secretario de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), de la Comisión de Tecnología de la Confederación Nacional de Industria (CONCAMIN), de la Comisión de Ingeniería Química de la Academia de Ingeniería de México; y ha recibido premios como: Premio Nacional en Química “Andrés Manuel del Río” de la Sociedad Mexicana de Química, Premio “Ernesto Ríos del Castillo” de la Organización Nacional de Químicos y de Ingenieros Químicos, Premio de Desarrollo Profesional del Instituto Mexicano de Ingeniería Química.



Guillermo Fernández de la Garza

Director Ejecutivo de FUMEC, Miembro del Consejo Directivo de INNOVEC, México.

Es Ingeniero Mecánico Electricista y Físico por la UNAM, así como Maestro en Ingeniería de Sistemas Económicos por la Universidad de Stanford. Cursó el programa de Alta Dirección del IPADE.

Como Director Adjunto de CONACYT organizó servicios de información científica y tecnológica para la industria, uno de ellos INFOTEC. Fue ingeniero e investigador en la Comisión Federal de Electricidad (CFE); Director Ejecutivo del Instituto de Investigaciones Eléctricas donde estuvo a cargo de 800 investigadores que realizaron más de 200 proyectos de innovación tecnológica con la CFE y Luz y Fuerza del Centro (LyFC). De estos proyectos surgieron empresas como SINTEC y SIDETEC.

Fue también Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Presidente Fundador de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT) y de la Asociación Mexicana de Incubadoras de Empresas y Parques Tecnológicos (AMIEPAT). Ha sido asesor de organismos internacionales como AIEA y UNIDO.

Ha recibido distintos premios y reconocimientos nacionales e internacionales entre ellos el Premio Purkwa 2008, otorgado por la Academia de Ciencias de Francia por su promoción de la alfabetización científica de la infancia.



Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.
INNOVEC

San Francisco 1626-205,
Colonia del Valle. C.P. 03100, México, D.F.
www.innovec.org.mx