



Educación en Ciencias Basada en la **Indagación**

Promoviendo cambios en la enseñanza
de las ciencias en las Américas



Inter-American Network of Academies of Sciences
Global Network of Science Academies

ISBN: 978-607-8379-26-2



9 786078 379262





Educación en Ciencias Basada en la Indagación

Promoviendo cambios en la enseñanza
de las ciencias en las Américas

IANAS Red Interamericana de Academias de Ciencias

IANAS es una red regional de Academias de Ciencias creada para fomentar la cooperación con el fin de fortalecer a la ciencia y la tecnología como herramientas para impulsar la investigación y el desarrollo, la prosperidad y la equidad en el continente americano. www.ianas.org

IANAS Co-Chairs

Juan Asenjo (Chile)
Jeremy McNeil (Canadá)

Directora ejecutiva

Adriana de la Cruz Molina (México)

Programa de Educación de IANAS

Claudio Bifano (Venezuela) y Carlos Bosch (México)

Coordinación editorial

Claudio Bifano, Carlos Bosch y
Adriana de la Cruz Molina

Comité editorial

Norma Nudelman (Argentina), Elsa Ruth Quiroga (Bolivia), Winston Mellowes (Trinidad y Tobago), Jorge E. Allende (Chile), José Lozano (Colombia), Viviana Carazo (Costa Rica), Augusto Óscar Álvarez Pomares (Cuba), Eduardo Klinger (República Dominicana), María del Carmen Samayoa (Guatemala), Carlos Bosch (México), Mario Ramón López (Nicaragua), César Carranza (Perú), Eduardo Kemer (Uruguay), Patrick Scott (EU), Claudio Bifano (Venezuela).

Corrección de estilo

Ma. Areli Montes Suárez

Traducción

Suzanne D. Stephens

Diseño editorial

Víctor Daniel Moreno Alanís

Soporte administrativo

Alejandra Muñoz Buenrostro y
Verónica Barroso

Todos los derechos reservados © IANAS-IAP 2017

ISBN: 978-607-8379-26-2

Impreso en México

Publicado por la Red Interamericana de Academias de Ciencias. IANAS es una organización internacional sin fines de lucro albergada por la Academia Mexicana de Ciencias desde 2010. Calle Cipreses s/n, Km 23.5 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, 14400 Tlalpan, Ciudad de México, México.

Se pueden usar partes de esta publicación pero, por favor, cite el nombre de los capítulos y los autores, así como el nombre de IANAS. Toda la información incluida en los capítulos es responsabilidad de sus autores y contribuyentes. Esta publicación está disponible en www.ianas.org/index.php/books

Las designaciones empleadas y la presentación del material a lo largo de esta publicación no representan la opinión de IANAS con respecto a la situación legal de algún país, territorio, ciudad o zona, así como tampoco en relación con sus autoridades acerca de la delimitación de sus fronteras o límites. Las ideas y opiniones expresadas en esta obra pertenecen a sus autores y no son necesariamente las de IANAS-IAP, ni comprometen a la Organización.

Esta publicación está impresa en papel ecológico (con certificación FSC): una parte de las fibras viene de material reciclado y, la otra, de bosques aprovechados de manera sustentable. Además, este papel es libre de cloro (certificación ECF) con el fin de contribuir a la conservación de los recursos hídricos.



Educación en Ciencias Basada en la Indagación

Promoviendo cambios en la enseñanza
de las ciencias en las Américas



Las Academias de Ciencias de las Américas, inspiradas por el espíritu de cooperación científica internacional, conforman la **Red Inter-Americana de Academias de Ciencias, IANAS**

Argentina

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Argentina

Robert J.J. Williams, Presidente

Norma Nudelman, Punto Focal y Fundadora del Programa

Bolivia

Academia Nacional de Ciencias de Bolivia

Gonzalo Taboada López, Presidente

Elsa Quiroga, Punto Focal y Fundador del Programa

Brasil

Academia Brasileña de Ciencias

Luiz Davidovich, Presidente

Diógenes de Almeida Campos, Punto Focal

Canadá

The Royal Society of Canada: The Academies of Arts, Humanities and Sciences of Canada

Maryse Lassonde, Presidente

Patricia M. Rowell, Punto Focal

Caribe

Caribbean Academy of Sciences

Winston Mellows, Presidente y Punto Focal

Trevor Alleyne, Former President

Chile

Academia Chilena de Ciencias

Maria Teresa Ruiz, Presidente

Jorge Allende, Punto Focal y Fundador del Programa

Colombia

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Enrique Forero, Presidente

José Lozano, Punto Focal y Fundador del Programa

Costa Rica

Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica

Pedro León Azofeita, Presidente

Viviana Carazo, Punto Focal

Cuba

Academia Cubana de Ciencias

Ismael Clark Arxer, Presidente

Augusto Óscar Álvarez Pomares, Punto Focal

Ecuador

Academia de Ciencias de Ecuador

Paola Leone, Presidente

Jaime F. Cárdenas-García, Punto Focal



Estados Unidos de América

The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine

Marcia McNutt, Presidenta

Patrick Scott, Punto Focal

Guatemala

Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala

Maria del Carmen Samayoa, Presidenta y Punto Focal

Honduras

Academia Nacional de Ciencias de Honduras

Mario Lanza Santamaria, Presidente y Punto Focal

México

Academia Mexicana de Ciencias

Jaime Urrutia, Presidente

Carlos Bosch, Punto Focal y Fundador del Programa

Nicaragua

Academia Nicaragüense de Ciencias

Manuel Ortega, Presidente

Mario Ramón López, Punto Focal

Panamá

Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia

Martín Candanedo, Presidente

Gladys Bennett, Punto Focal

Perú

Academia Nacional de Ciencias de Perú

Abraham Vaisberg Wolach, Presidente

César Carranza, Punto Focal

República Dominicana

Academia de Ciencias de la República Dominicana

Milcíades Mejía, Presidente

Eduardo Klinger, Punto Focal

Uruguay

Academia Nacional de Ciencias del Uruguay

Rafael Radi, Presidente

Eduardo Kremer, Punto Focal

Venezuela

Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela

Gioconda San Blas, Presidenta

Claudio Bifano, Punto Focal y Fundador del Programa

Contenido



Prólogo	9
Introducción	10
1. ¿Qué es Educación en Ciencias Basada en la Indagación?	12
2. ¿Cómo se construye un programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación?	16
2.1 La formación de maestros	17
2.2 Elaboración de material didáctico	18
2.3 Algunos elementos necesarios para la realización de un programa ECBI	18
3. El inicio de la ECBI en América	20
3.1 El caso de Estados Unidos de América	21
3.2 El caso de Canadá	23
3.3 Otros países de habla inglesa en América	23
3.4 El caso de Colombia	25
3.5 El caso de México	28
3.6 El caso de Chile	31
3.7 El caso de Panamá	36
3.8 El caso de Costa Rica	37
3.9 El caso de Venezuela	41
3.10 El caso de Argentina	45
3.11 El caso de Perú	50
3.12 El caso de Nicaragua	53
3.13 El caso de Guatemala	55
3.14 El caso de Bolivia	57
3.15 El caso de Cuba	62
3.16 El caso de Ecuador	65
3.17 El caso de la República Dominicana	66
3.18 El caso de Uruguay	73
4. Indágala: La página web del Programa ECBI	74
5. Una mirada general a lo que se ha hecho	76

Prólogo



Como se ha señalado recientemente, y se reiteró en la declaración de 2017 de las Academias de Ciencias del G7, muchos son los aspectos de la sociedad actual que se han beneficiado con la ciencia y la tecnología. Como no cabe la menor duda de que esto ha de continuar en el futuro, es esencial que el mundo entero cuente con los sistemas educativos adecuados que ofrezcan los elementos básicos de la ciencia a todos los ciudadanos y les haga notar el impacto que tanto esta como la tecnología ejercen en los aspectos de la vida cotidiana.

También de gran importancia es el impacto clave que la ciencia, la tecnología y la innovación tienen en el desarrollo actual y futuro de nuestras sociedades, y el papel fundamental que desempeñan en la formación de nuestros futuros científicos. Más relevante aún es el que estos programas se estructuren de forma tal que se incluya a las mujeres y a las minorías, tanto en los países desarrollados como los que están en vías de desarrollo.

Asimismo, resulta vital que aquellos estudiantes que no aspiren a una carrera en los diversos campos de la ciencia y la ingeniería, reciban también una buena formación en las ciencias, por dos razones diferentes: la primera, porque los cursos de ciencias ayudarán a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico que les serán de gran utilidad, independientemente de su trayectoria profesional; la segunda, porque sus antecedentes científicos les permitirán intervenir, como ciudadanos comprometidos, en asuntos relacionados con la ciencia.

Impartir a los niños una Educación en Ciencias Basada en la Indagación efectiva desde la primaria, requiere de planes de estudios bien desarrollados, maestros calificados y el apoyo de los consejos de educación locales y nacionales. IANAS reconoció este hecho desde sus inicios y explicó por qué el programa La Ciencia en tu Escuela debía ser una de las primeras colaboraciones que debía darse entre las diferentes academias de la Red. Sin embargo, los desafíos que se han presentado para alcanzar estos objetivos son muy distintos en cada país.

Esta publicación revisa las actividades realizadas durante los últimos diez años por el grupo focal y toma en cuenta tanto los éxitos como los fracasos, con el propósito de aprender de las experiencias colectivas y mejorar los aspectos de la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), así como los programas de enseñanza de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) de las Américas. También esperamos que esta retrospectiva contribuya a que otros países implementen una educación eficaz de ECBI y STEM en el mundo.

Juan Asenjo

IANAS Co-Chair
Academia Chilena de Ciencias

Jeremy McNeil

IANAS Co-Chair
The Royal Society of Canada: The Academies
of Arts, Humanities and Sciences of Canada



Introducción

Desde el inicio de sus actividades, IANAS ha apoyado con interés y entusiasmo la puesta en marcha y evolución del programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) y ha mostrado interés reiteradamente en dejar un testimonio escrito de los logros alcanzados en cada país.

Educación en Ciencias Basada en la Indagación es uno de los programas con los que IANAS inició sus actividades y al que todos los Comités Ejecutivos han prestado particular atención, a la vez que han considerado representativo de los objetivos de la Red.

La idea básica del programa fue poner en práctica un modelo de enseñanza de la ciencia orientado a que los niños aprendan los principios básicos de la ciencia pensando y trabajando según el orden de ideas y las prácticas utilizadas por los investigadores en sus laboratorios. Se planteó la organización de un programa continental bajo la responsabilidad de las Academias de Ciencia, desde Canadá hasta Argentina, sobre la base de algunas ideas como la intervención directa de la metodología de indagación en las clases de ciencia de las escuelas, la colaboración entre los programas nacionales y la preparación y compartición de material didáctico. Ciertamente es un objetivo hermoso que la realidad nos ha mostrado que no es fácil de alcanzar, pero que hay que mantener vivo como meta a lograr.

Con el libro que presentamos, finalmente se ha logrado dar respuesta al interés de IANAS por dejar constancia de lo que se ha hecho hasta el presente en educación en ciencia, después de un tiempo de larga reflexión.

En estas páginas se aprecia la dedicación de los Puntos Focales y de los docentes por llevar la idea a las escuelas, a pesar de las dificultades que se han encontrado, así como la de las Academias por contribuir a construir un futuro mejor para sus países a través de la educación. También, se da cuenta del entusiasmo que despierta en los niños esta forma de enseñanza –lo que podía darse casi por descontado– y en los maestros que se han involucrado, y señala con claridad por lo menos tres aspectos comunes en todos los países implicados: el interés de las Academias –sobre todo, de los Puntos Focales– por darle un vuelco a la manera de enseñar la ciencia en las escuelas, la similitud de los problemas que hay que enfrentar y la previsible diversidad de enfoque e intereses de los organismos de gobierno por la educación.

Pensamos que éste es un testimonio importante que da cuenta de las posibilidades y los obstáculos que hay que vencer para hacer de la educación en ciencia algo relevante en nuestra región. Cada lector elaborará su propio criterio al respecto.

Con la finalidad de que sirva de orientación a los programas que aún están por implementarse y como guía para aquellos que están en vías de hacerlo, en el libro pueden diferenciarse tres partes: una primera que resume la filosofía del programa y justifica su puesta en marcha; una segunda que reúne las contribuciones de los diferentes Puntos Focales, y una tercera parte que pone de relieve las lecciones aprendidas a lo largo de más de diez años de trabajo.

La primera parte, que describe la estructuración del programa, indica lo que éste debería ser cuando se dan las condiciones para poder implementarlo tal como fue diseñado, lo cual no necesariamente es posible en todos los países, y llama la atención sobre aspectos básicos e indispensables para poder realizarlo de manera adecuada, lo cual es válido independientemente de las condiciones o de las realidades de cada país. Es evidente la necesidad de contar con docentes bien preparados para enseñar ciencia, disponer de material didáctico apropiado y llevar la ciencia a la escuela desde los primeros niveles del proceso de enseñanza, así como contar con material adecuado para el dictado de talleres o para la clase de los niños, con la finalidad de poder decir que se tiene un programa de educación en ciencia. Estas advertencias, a pesar de poder parecer superfluas, hay que tenerlas presentes para lograr el fin que se busca.

En la segunda parte, los Puntos Focales dejan constancia del esfuerzo realizado en cada país al implementar esta forma de enseñanza, cómo ha sido su abordaje y cuáles sus logros principales.

En los capítulos 4 y 5, que corresponden a la tercera parte de la obra, se presenta Indágala, un esfuerzo conjunto de apoyo a los maestros de toda América, y luego una visión panorámica de lo hecho hasta el momento. Es una suerte de conversación construida con recuerdos y alguna documentación disponible en la que resalta más el aspecto de lecciones aprendidas. Entre éstas destacan –a nuestro juicio– el compromiso que deben asumir todas las Academias con el programa, en el sentido de proporcionar a sus Puntos Focales todo el apoyo que sea posible para que realicen su trabajo; la necesidad de contar con alguna infraestructura de apoyo académico y administrativo que permita la búsqueda de fondos para la sostenibilidad del programa; que se tenga a disposición un grupo de facilitadores muy bien preparados en ciencia para que repliquen adecuadamente los conocimientos a sus colegas docentes; la necesidad de una colaboración entre los Puntos Focales. Son asuntos, entre otros, que será necesario acordar para ir alcanzando con mayor solidez el objetivo de lograr una mejor educación científica para la población escolar de nuestros países.

Invitamos al amigo lector interesado a que lea y comente la determinación de las Academias de Ciencias por transformar precisamente la educación en ciencia como un medio que habrá de construir un futuro mejor para nuestras sociedades.

Carlos Bosch

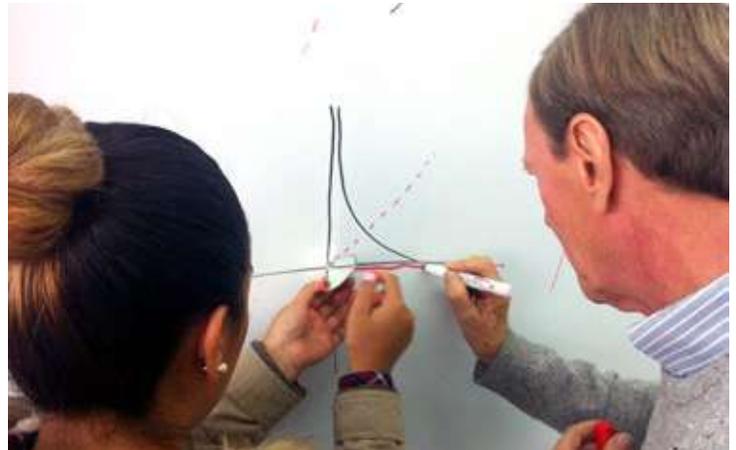
Punto Focal de México
Academia Mexicana de Ciencias

Claudio Bifano

Punto Focal de Venezuela
Academia de Ciencias Físicas, Matemática
y Naturales de Venezuela

Maestros y alumnos aprenden por igual

Enseñar ciencias requiere que los profesores tengan una formación que les permita analizar su propia práctica, conocer diferentes experiencias ECBI y actualizar sus conocimientos.



“Las clases de ciencia deberían estar en manos de maestros que entienden los principios básicos que la rigen, que sean capaces de estimular a los niños y que contribuyan a desarrollar sus habilidades de experimentación con la finalidad de que puedan aclarar sus dudas por sí mismos”

¿Qué es la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI)?¹

Guillermo von Humbolt propuso una educación enfocada a la enseñanza, el aprendizaje y la investigación y desde entonces la indagación científica se ha usado como una herramienta de la enseñanza y el aprendizaje,¹ la indagación científica se ha usado como una herramienta de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, el uso de la indagación en la educación inicial y media es relativamente reciente.

Hasta principios del siglo XX, el estudio de las ciencias tenía como principal foco la memorización y la organización de ciertos hechos, y es necesario reconocer que desafortunadamente esta práctica sigue teniendo cierta frecuencia en la enseñanza de las ciencias en nuestros países.

Actualmente, la velocidad de los cambios que ocurren en el mundo requiere de la misma manera un cambio en lo que significa "educación efectiva", en especial por lo que se refiere a ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Una buena manera de hacerlo es exponiendo al niño, desde muy temprano,

a un modelo educativo en el cual ellos mismos sean parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Hoy día, los niños construyen sus propias ideas acerca de la ciencia a partir de la gran cantidad de información que reciben a través de diversos medios de comunicación que dan ideas acerca del cómo y el porqué ocurren ciertos fenómenos naturales. Pero son, por lo general, crónicas o narraciones que no siempre ofrecen una interpretación suficientemente clara y precisa del asunto que, en ocasiones, se limitan a causar estupor o admiración en los niños, más que la posibilidad de llegar a una interpretación correcta del fenómeno en cuestión.

Esta información orientada a satisfacer la curiosidad de los niños, debería ser complementada o aclarada por los maestros; sin embargo, a menudo ocurre que la comunicación entre profesores y alumnos no es más que una transferencia de la información existente en los libros o bases de datos, que les produce a los estudiantes tal aburrimiento que alejan las clases de ciencia de sus intereses inmediatos y de sus vidas, a pesar de que hacen un uso cada vez más frecuente de instrumentos con alto contenido tecnológico.

Para evitar esto, las clases de ciencia deberían estar en manos de maestros que entienden los principios básicos que la rigen, que sean capaces de estimular la curiosidad de los niños y que contribuyan a desarrollar sus habilidades de experimentación con la finalidad de que puedan aclarar sus dudas por sí mismos, apoyados en experimentos elaborados con material didáctico sencillo y bien estructurado, lo cual facilite la actividad docente y el aprendizaje esperado.

1. Humboldt, Wilhelm von (1903-1936). "...el profesor de universidad no es un maestro, ni el estudiante un educando, sino alguien que investiga por sí mismo, guiado y orientado por el profesor" (GS, XIII, p. 261). "La particularidad de las instituciones científicas superiores debe ser el tratamiento de la ciencia como un problema aún no resuelto del todo que debe ser objeto de constante investigación" (GS, X, p. 251). Obras escogidas, Academia de Ciencias de Prusia, 17 vols. (Designadas las Obras con la abreviatura GS; el número romano indica el volumen; el número arábigo, la página).

Es bueno recordar que mejorar la enseñanza de la ciencia en los niveles primario y medio de la educación, no sólo apunta a formar científicos e ingenieros, sino que mejora la cultura científica de la sociedad en general y contribuye al desarrollo de una mentalidad organizada y crítica de los ciudadanos, útil para enfrentar y resolver problemas de la vida cotidiana con mayor creatividad y objetividad. El desarrollo de cualquier país requiere, más que de recursos naturales, de ciudadanos que posean conocimientos relacionados en mayor o menor medida con una formación científica general. Y si este aprendizaje básico es producto de un sistema de enseñanza motivador, habrá un número suficiente de jóvenes interesados en seguir carreras científicas y tecnológicas, lo cual es fundamental para hacer sostenible y acelerar el desarrollo de cualquier país en esos rubros. El conocimiento o la familiarización con los aspectos básicos de la ciencia es importante en un mundo cada vez más tecnológico en el que, independientemente de la actividad que las personas realicen en sus vidas, es esencial que posean algunos conocimientos básicos de ciencia y tecnología que expliquen, por ejemplo, su importancia en la vida cotidiana, sus aportaciones para el mejoramiento de la calidad de vida y los cuidados que deben tenerse en el uso de los productos de uso diario que de aquéllas se derivan.

Como respuesta a la educación tradicional, en los años sesenta del siglo pasado se desarrolló un método pedagógico cuya base es la investigación, que actualmente en ciencias ha tomado el nombre de 'Educación en Ciencias Basada en la Indagación' (ECBI). Este tipo de pedagogía fue presentada por primera vez en 1910 por Dewey² y desde entonces varios investigadores la han utilizado y desarrollado.

2. John Dewey (1859-1952), padre de la Pedagogía Progresista.

Lo que llamamos 'educación en ciencias basada en la indagación' es un proceso, un enfoque a través del cual los niños y jóvenes respondan sus propias preguntas y curiosidades acerca del mundo que los rodea a través de la experimentación.

El Premio Nobel de Física 1988, Leon Lederman, preocupado por el estado de abandono y violencia que se vivía en algunas escuelas públicas de Chicago, a través del Programa *Hands On* logró introducir en dichas escuelas la propuesta para maestros que ya había desarrollado en la Universidad de Chicago, consistente en una enseñanza de la ciencia experimental en la que precisamente los experimentos ocupan el lugar principal de la clase. La idea central de esa metodología es poner a los niños en contacto con fenómenos naturales y estimular su capacidad de respuesta para darles una explicación. Para adoptar este método se sugiere que, en las clases de ciencia, los profesores utilicen primero el laboratorio, en lugar de empezar por una clase teórica. Eso significa que la enseñanza de la ciencia se debe basar en la búsqueda de respuestas a los secretos de la naturaleza, para que los estudiantes por sí mismos descubran y aprendan el conocimiento formal de los conceptos básicos de la ciencia, en lugar de memorizar lo que está escrito en los libros. Atendiendo a estos criterios, Leon Lederman puso en marcha esta nueva visión de la enseñanza de las ciencias.

La historia comienza en 1986 cuando un grupo de maestros de niños de 12 a 15 años, interesados en que sus alumnos vieran cómo trabajan los científicos y supieran qué se hace en un laboratorio como el Fermilab, pidieron que se les diera un tour de manera que vieran lo más importante de ese centro. Se les permitió la visita a condición de que no interrumpieran las actividades del laboratorio. Además, se les indicó que no podrían visitar las partes más importantes como, por ejemplo, el túnel donde se encuentra el acelerador o el espacio donde se llevan a cabo las colisiones. La oficina de educación

de Fermilab, junto con los maestros y algunos físicos, desarrolló una unidad de trabajo para que los niños la estudiaran antes de la visita. Esa unidad de trabajo aún existe y en ella las preguntas esenciales son: ¿Cómo trabajan los científicos? ¿Cómo se pueden estudiar cosas que ni siquiera se ven? En otra unidad, los alumnos hacen cierto tipo de prácticas científicas que los llevan a "descubrir" los conceptos de punta de la ciencia.

En una entrevista, Leon Lederman comentó que, ante la revolución que estamos viviendo, es necesario cambiar la forma en que percibimos las nuevas tecnologías y aplicaciones de la ciencia como las telecomunicaciones, la computación, la Internet o la clonación, con el fin de poder participar en su desarrollo y poder aplicar racionalmente los desarrollos actuales y los que se realicen en el futuro. Asimismo, el investigador, que aboga por una revolución en la enseñanza científica, afirmaba que *la nueva forma de enseñar ciencia consiste también en enseñar a los*

maestros cómo enseñar ciencia, haciendo especial énfasis en que es necesario combatir la anticiencia y enseñar a los jóvenes a distinguir la ciencia de la astrología o la adivinación. Podría añadirse, también, que es necesario enfrentar el asombro y la falsa idea de que su desarrollo es asunto sólo de algunas sociedades y posible únicamente en algunos países privilegiados.

En una visita a Chicago, Georges Charpak, también físico, Premio Nobel (1992) y amigo de Leon Lederman, descubrió el programa y le apasionó de tal manera que hasta su muerte en 2010 lo promovió con verdadero entusiasmo en Francia y así nació el otro foco de influencia en la enseñanza de la ciencia usando el método ECBI: *La main à la pâte*.

En 1996, con el apoyo de la Academia de Ciencias de Francia y el Ministerio de Educación, Charpak dio inicio al programa *La main à la pâte* que en 2012 se convirtió en una fundación de cooperación científica que opera tanto en Francia como fuera de ella.

Talleres de Educación en Ciencias Basada en la Indagación en Argentina

Foto superior izquierda: "Escuchando el Sonido" para maestros de escuelas primarias. Foto superior derecha: "Propiedades del agua" para maestros de Jardín de Infantes. Foto inferior izquierda: Universo "Fases de la luna" para maestros de primaria. Foto inferior derecha: "Extracción de clorofila" para profesores de biología, nivel secundario.



"La ECBI empieza con formadores que tengan una base sólida científica y que puedan capacitar a los maestros"

¿Cómo se construye un programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación?¹

La enseñanza ECBI empieza bien sea haciendo preguntas u observaciones, o planteando algún tipo de escenario. Los procesos específicos por los que idealmente debe transitar el estudiante son los siguientes:

- Creación de una conjetura
- Creación de sus propias preguntas
- Obtención de evidencias que permitan responder sus preguntas
- Explicar la evidencia recolectada
- Conectar esa explicación con el conocimiento obtenido en el transcurso de la investigación
- Creación de un argumento y justificación de la explicación o, en su defecto, hacer una nueva conjetura y empezar el ciclo nuevamente.

Hay que hacer notar que en la ECBI las cosas no son, en general, lineales, que los momentos son muchas veces poco estructurados y que para llegar a una conjetura se requiere de trabajo previo.

1. **Claudio Bifano**, Punto focal de Venezuela, Miembro de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Profesor de la Universidad Central de Venezuela. **Carlos Bosch** es Punto Focal de México, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y profesor del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

2.1 La formación de maestros

Es indispensable contar con docentes que dominen los conceptos básicos de las diferentes ramas de la ciencia para implementar un buen programa de educación en ciencia, en cualquiera de sus formas. En el caso de la ECBI, la preparación de los docentes es particularmente importante puesto que tanto en la realización de los experimentos como al momento de presentar las hipótesis o elaborar conclusiones, los niños pueden hacer preguntas de la más variada naturaleza. En estos casos, el maestro debe estar en capacidad de responderlas o saber decir NO SÉ, algo que muchos no se atreven a hacer por no querer perder un supuesto prestigio o autoridad ante sus alumnos.

Muchas veces, al hablar con los maestros, uno percibe cierto grado de miedo y hasta de angustia cuando deben dar una clase de ciencia. Miedo a no tener los conocimientos necesarios para responder preguntas de los niños a veces muy incómodas, y angustia por no poder cumplir, en consecuencia, con su trabajo: "Es que la ciencia es muy complicada, no la entiendo.... mi inclinación no es por la ciencia, eso es para especialistas". Se da, en fin, un conjunto de justificaciones para esquivar las clases.

Para ayudarlos a sobreponerse a esos miedos es bueno que los maestros sepan que una de las condiciones para hacer ciencia –y por supuesto enseñarla– es la humildad. Decir "no sé" es lo que hace

que la investigación científica tenga sentido. Si un investigador parte de la premisa de conocer los resultados de su indagación, no sería necesario hacerla. Justamente reconocer que se ignora el porqué de las cosas y, en el caso de las clases, la respuesta a las preguntas hace que los maestros tengan que estudiar para buscar la respuesta y eso puede abrirles un camino que puede llegar a ser más importante que la propia respuesta a la pregunta que les hicieron.

Es conveniente que el programa disponga de un número de facilitadores ya formados en la metodología de la investigación, que hayan pasado por una actualización y fortalecimiento de los conceptos básicos de la ciencia, para que puedan ser formadores de los maestros de aula. El grupo de Formadores es el núcleo fundamental del programa, pues son ellos los que pueden garantizar la preparación del maestro de aula y el acompañamiento que pueda requerir al momento de poner en práctica el programa ECBI.

2.2 Elaboración de material didáctico

Es cierto que en la literatura y en Internet existe una gran cantidad de material didáctico, la mayoría de las veces muy bien elaborado, que incluye videos, juegos, diseño de experimentos fácilmente realizables en la escuela y páginas dedicadas a proporcionar el fundamento teórico necesario. Sin embargo, es un material que, aunque se refiera a principios básicos del conocimiento científico, es elaborado de acuerdo a las necesidades y las realidades de la educación del país del autor que incluye un lenguaje diferente al acostumbrado. Por lo tanto, no siempre puede ser utilizado en las escuelas de diferentes países, sin que se le hagan las debidas adecuaciones.

Muchas veces hay que revisar el lenguaje o la forma de plantear los problemas; en otros casos hay que evaluar la pertinencia de las propuestas en función del diseño del currículo, la disponibilidad de materiales, etcétera, por lo que lo más recomendable es que cada programa elabore un material didáctico que se adapte a la realidad de los usuarios. Y como el programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación tiene una proyección regional es conveniente que ese material sea puesto a la disposición de todos los posibles usuarios en páginas web, reconociendo la autoría del mismo sin que medien derechos de autor u otras trabas innecesarias.

Por lo anterior es conveniente que cada programa cuente con una página web a disposición de los docentes que incluya el material didáctico que se elabora en los programas de los diferentes países y que, además, sirva de medio para informar a los entes oficiales de la educación y a la sociedad cómo es que se está implementando la metodología de indagación en la enseñanza de la ciencia y la importancia de enseñar ciencia de esta manera.

Por otra parte, al tratarse de una forma de enseñanza basada en la indagación, es indispensable que cada programa disponga del material necesario para la realización de los experimentos. Pero a pesar de ser material poco sofisticado, cada programa debe contar con un centro de acopio, o un Centro de Recursos como se ha dado en llamar, al que puedan acceder fácilmente los facilitadores al momento de llevar el experimento a la escuela u ofrecer un taller de formación para docentes o nuevos facilitadores.

En resumen, la implementación de un programa como éste requiere por lo menos de tres elementos fundamentales: docentes bien preparados en el área de la ciencia, material de estudio atractivo y muy bien concebido para los alumnos y la disponibilidad de suministros para la experimentación de fácil acceso para los facilitadores.

2.3 Algunos elementos necesarios para la realización de un programa ECBI

a) Disposición de las autoridades escolares

La disposición e involucramiento de las autoridades de las escuelas es esencial para el éxito del proyecto. Como se ha señalado, el proyecto ECBI no es en realidad una actividad adicional al programa de enseñanza de la ciencia a nivel básico, ya que los contenidos están contemplados en los programas de estudio; lo adicional es la metodología de trabajo, la preparación de las actividades y la preparación de las actividades de clase. Por esos motivos los directivos deben conocerlo en detalle, asistir a los talleres de formación de los docentes, colaborar en la organización del espacio físico y animar e inculcar en los docentes y en los niños la importancia de realizar esa tarea –en muchos casos adicional a sus obligaciones regulares– para obtener el mejor resultado posible. En la medida en que los directivos y los docentes de

las escuelas estén convencidos de sus bondades, más exitoso será el proyecto.

b) Dotación mínima de las escuelas

La infraestructura de las escuelas, especialmente de los salones de clase, es importante. Para que las actividades puedan llevarse a cabo de manera conveniente, debe disponerse de un espacio amplio para que los niños y maestros puedan trabajar con comodidad. Se requiere de mesas y sillas, en lugar de pupitres, para la organización de los grupos de trabajo, acceso a agua, un gabinete para guardar el material, corriente eléctrica y de ser posible un refrigerador o, por lo menos, una cava con hielo.

c) Un Centro de Recursos

Para la validación experimental de los módulos es necesario disponer de kits o cajas de material que contengan todos los insumos necesarios para la realización de los experimentos, aun los que puedan parecer más simples, en número suficiente para los alumnos del aula de clase. Todos son materiales de uso común que pueden conseguirse fácilmente y las cajas o kits deben estar disponibles para ser usadas al momento de la clase. Lograr disponer del material necesario y organizarlo en los kits es un trabajo que requiere bastante tiempo y un espacio adecuado para prepararlo.

Es conveniente disponer de un Centro de Recursos, es decir, de un espacio para probar que los experimentos den los resultados esperados con el material disponible, donde puedan prepararse las cajas y almacenar el material de experimentación. Es igualmente aconsejable que el Centro sea administrado por una persona que lleve el inventario del material disponible y del traslado de las cajas a los salones de clase.

No es tarea simple organizar las clases de ciencia haciendo que los niños "jueguen" a ser pequeños científicos; es necesario cuidar muchos detalles para lograr que el intento sea exitoso y en este apartado sólo estamos señalando algunos de ellos. Estas previsiones, que pueden parecer secundarias, son muchas veces de fundamental importancia para la implementación práctica del programa.

Los países que mayores logros han alcanzado en la ECBI disponen de una infraestructura de apoyo, humana y material, y por eso, entre otras razones, no es raro que sean los que han podido implementar este método de la mejor manera como, por ejemplo, Francia, los Estados Unidos de América, Canadá, Chile y México, si bien cada uno con sus características particulares.

En las siguientes páginas relataremos algunas experiencias que han tenido los mencionados países y lo haremos agrupándolos en tres bloques.

Importancia de elaborar unidades temáticas y trabajar matemáticas

Foto superior izquierdo: Trabajando con atributos de algunas figuras geométricas. Foto superior derecha: Experimentando con las propiedades de algunos materiales. Foto inferior izquierda: Incorporando pelotas para el trabajo con niños pequeños. Foto inferior derecha: Trabajando con los circuitos eléctricos.



“Las Academias de Ciencias en nuestro hemisferio trabajan para mejorar el nivel y relevancia de la educación en las ciencias”

El inicio de la Educación en Ciencia Basada en la Indagación en América

PAÍSES DE HABLA INGLESA

3.1 El caso de Estados Unidos de América¹

El caso de Estados Unidos de América comienza a explicarse desde el Capítulo 1 de este libro. Solamente debemos añadir que la National Academy of Sciences, después de ver los éxitos cosechados por Lederman y su grupo, decidió apoyarlos creando el Centro Nacional de Recursos Científicos (NSRC, por sus siglas en inglés),² conformado por el Instituto Smithsonian y las Academias Nacionales que desarrollan materiales educativos como una estrategia innovadora de aprendizaje y enseñanza de la ciencia para llevar la indagación al salón de clase. A partir de finales de los años ochenta es el NSRC quien se ocupa de hacer crecer el programa encargándose tanto de la organización como de los contenidos, estableciéndose el Leon M. Lederman Science Education Center como un centro que opera en Chicago y que apoya a los maestros, impartiendo talleres, a mejorar su formación en ciencia.

1. **Carlos Bosch**, Punto Focal de México, Miembro de la AMC y Profesor del ITAM, y **Patrick Scott**, Punto Focal de EUA, Profesor Emérito de la Universidad Estatal de Nuevo México y Vicepresidente del Consejo de Organizaciones Científicas Internacionales (BISO) de las Academias Nacionales de Ciencias de EUA.

2. En 2012, el nombre del NSRC cambió a SSEC (Smithsonian Science Education Center).

Es importante señalar que la evaluación de los programas ECBI es difícil y costosa; en este sentido, la evaluación que se acaba de realizar al programa llamado Liderazgo y Asistencia para la Reforma de la Educación Científica (LASER) que desarrolla el Smithsonian Science Education Center (SSEC), podría ser un modelo para los programas de este tipo existentes en el mundo, si es que se logra implementar de manera económica. A continuación, ofrecemos los aspectos generales del mismo.

El modelo LASER, desarrollado por el SSEC, es un enfoque sistémico para la transformación de la educación en ciencias que consta de cinco elementos: i) un programa de ciencias basado en la indagación e investigación, ii) desarrollo profesional diferenciado, iii) apoyo administrativo y comunitario, iv) materiales de apoyo, y v) evaluación. Cuando estos elementos ocupan una posición central en la visión hacia la ciencia, dan forma a la infraestructura que sustenta la enseñanza y el aprendizaje centrados en el estudiante.

Con el liderazgo del NSRC, y bajo la influencia de su modelo LASER, muchos proyectos de ECBI se han puesto en marcha a nivel local, regional y estatal. Entre los más destacados se encuentran el proyecto STEM del estado de Washington, la Iniciativa de Matemáticas, Ciencia y Tecnología de Alabama (AMSTI), el GEMS NET de Rhode Island, el Proyecto Einstein de Wisconsin y el Consorcio para la Indaga-

ción en la Educación en Ciencias (ISEC) en el norte de Nuevo México. Cabe mencionar que los dos programas más grandes para el desarrollo de kits para ECBI han sido la Ciencia y Tecnología para Niños (STC) del SSEC y el Sistema de Ciencias de Opción Completa (FOSS) del Lawrence Hall of Science en la Universidad de California-Berkeley. Ambos programas están desarrollando nuevos kits para alinearse con los Estándares de Ciencias para la Próxima Generación (NGSS)³ que fueron presentados en 2013. El distrito escolar de la ciudad de Oakland, California, está sirviendo de modelo para el uso de los kits de FOSS para implementar los NGSS. Otro acontecimiento reciente es el code.org que pretende usar indagación en la enseñanza de las Ciencias de Computación.

¿Qué es LASER i3?

En 2010, el Departamento de Educación de EUA financió al SSEC un proyecto de validación de cinco años destinada a la Inversión en Innovación (i3) con objeto de evaluar la eficacia del modelo LASER en la transformación sistemática de la educación en ciencias. "LASER i3" se refiere al estudio longitudinal resultante del modelo LASER que demuestra que la ciencia basada en la indagación optimiza el rendimiento de los estudiantes no sólo en temas científicos sino también en lectura y matemáticas. LASER desempeña un papel fundamental en el fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes, especialmente entre las poblaciones marginadas, que incluye a menores con desventajas económicas, aquellos que requieren educación especial o a quienes están aprendiendo inglés.

Los evaluadores del Centro de Investigación en Política Educativa (CREP) de la Universidad de Memphis estudiaron a cerca de 60 mil estudiantes de escuelas públicas (urbanas, rurales y suburbanas) en: 1) el Distrito Escolar Independiente de Houston (HISD), 2) ocho distritos escolares del norte de Nue-

vo México, y 3) siete distritos escolares en Carolina del Norte. El CREP utilizó un ensayo controlado aleatorio (ECA) de pares emparejados con un grupo de comparación y buscaba evidencia que demostrara si los estudiantes en escuelas que habían aplicado el modelo LASER durante un período de tres años mostraban un mejor desempeño que los estudiantes que no habían sido expuestos a LASER durante el mismo tiempo.

Así, pues, los evaluadores comenzaron el estudio con una submuestra de más de 9 mil cohortes en primaria y secundaria. El CREP evaluó el impacto acumulativo de los productos y servicios de SSEC durante tres años consecutivos en los estudiantes seleccionados de educación primaria (3°-5° grados) y de educación secundaria (6°-8° grados). Los estudiantes que se incluyeron en la intervención fueron conocidos como el "Grupo LASER" y los que no se incluyeron conformaron el grupo de comparación. El CREP informó avances de los estudiantes a partir de la evaluación inicial (otoño de 2011) y hasta después de los ensayos finales (primavera de 2014). Además de estos datos agregados, los evaluadores recabaron información detallada de un subconjunto de escuelas y realizaron estudios de casos para contextualizar mejor los resultados.

Los resultados se obtuvieron mediante el análisis de evaluaciones estatales estandarizadas de primaria y secundaria en lectura, matemáticas y ciencias.

Con la finalidad de comparar a los estudiantes en las tres regiones, las escuelas que participaban en el estudio también aplicaron los elementos de la Asociación para la Evaluación de la Ciencia basada en Estándares (PASS), que comprendían preguntas de opción múltiple, preguntas abiertas y tareas de rendimiento práctico.

El estudio LASER i3 demuestra que las ciencias basadas en la indagación mejoran los logros de los estudiantes de todos los niveles de primaria y secundaria, no sólo en el tema de ciencias, sino también en lectura y matemáticas. Dotado de esta validación, el SSEC continuará su trabajo para transformar la educación científica y apoyar a las regiones LÁSER i3 en sus esfuerzos por mantener y continuar la gran labor que ya se ha venido realizando.

3. La base para los NGSS fue la publicación A Framework for K-12 Science Education desarrollado por el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de la Academia Nacional de Ciencias (NAS).

3.2 El caso de Canadá⁴

La educación en Canadá está bajo la jurisdicción de las provincias, así que varía un poco dependiendo de cada una de ellas. No hay planes ni programas nacionales, sino que cada provincia desarrolla e implementa lo que considera debe ser el programa de estudios. A pesar de ello, los programas de estudio en ciencias y matemáticas no difieren mucho de una provincia a otra. Sin embargo, es importante notar que en el último reporte de las evaluaciones de PISA en matemáticas, el rendimiento de los estudiantes canadienses pone de manifiesto grandes diferencias entre las provincias, pero todas ellas obtienen mejores resultados que los máximos que obtienen los países latinoamericanos y, a excepción de Prince Edward Island (479), todas obtienen mejores resultados que EUA (481). La provincia que sigue es Newfoundland and Labrador (490) y siguen ascendiendo hasta llegar a la mejor que es Quebec (536). Estas disparidades muestran diferencias debido a la lengua usada en el sistema escolar. Es importante destacar que Quebec tiene un programa ECBI desde hace unos diez años.

Sin embargo, aquí nos enfocaremos a la provincia de Alberta (517), para ser más precisos, a las actividades que ahí se han llevado a cabo. Por más de veinte años la escuela elemental en Alberta se ha orientado al sistema ECBI. Todos los maestros de Alberta pasan un mínimo de cuatro años en la universidad para certificarse. Los maestros de educación básica durante ese periodo llevan, al menos, un curso de contenido de ciencias y otro de cómo enseñar.

De ese modo, el programa en Alberta es muy sólido y tiene ya una larga tradición que trasciende la Real Academia de Canadá y en el cual los maestros tienen el apoyo de las universidades locales.

4. Relatora: **Patricia Rowell**, Punto Focal de Canadá, Professor Emeritus de la University of Alberta.

3.3 Otros países de habla inglesa en América⁵

La Academia de Ciencias del Caribe (CAS), después de su reunión inaugural en 1988, y ahora en su año número 27, puede estar muy orgullosa de los éxitos alcanzados desde sus inicios. La Conferencia Bial de Ciencia y Tecnología continúa siendo uno de los aspectos más destacados de la CAS. Si bien estamos satisfechos con nuestros logros, todavía hay mucho por hacer. Sabemos que el desarrollo es, en última instancia, sobre y para la gente. Parte de nuestro deber como científicos y tecnólogos es contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas de la región del Caribe. Uno de nuestros objetivos es crear conciencia científica en la región, además de aumentar la comprensión y percepción de la gente sobre la importancia y potencial de la ciencia y la tecnología en el progreso humano. Para ello, la CAS ha organizado talleres de capacitación para los maestros de primaria y secundaria en Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).

En una reunión de Educación en Ciencias, celebrada en octubre de 2007 en Jamaica, la CAS llegó a la conclusión de que la educación en ciencias sería una de las principales actividades de la Academia en colaboración con las Secretarías de Educación, Normales de Maestros y grupos ambientales en general, así como ONG en campos relacionados. Dentro de este marco de acción, la CAS ha venido participando de forma activa en los programas de Educación en Ciencias de la Red Inter Americana de Academias de Ciencias (IANAS).

Desde un punto de vista histórico, se puede hablar de dos enfoques pedagógicos en la enseñanza científica. El primero de ellos, que se utiliza tradicionalmente en el ámbito escolar, es el "enfoque deductivo". En este enfoque, "el maestro presenta los conceptos, sus implicaciones lógico-deductivas, y ofrece ejemplos de aplicación... Para utilizarse, los niños deben poder manejar conceptos abstractos, una particularidad que hace difícil iniciar la ense-

5. Relatores: **Winston A. Mellowes**, Punto Focal de la Academia de Ciencias del Caribe (CAS), y Professor Emeritus **Ms. Petal Punalall-Jetoo**, Science Coordinator NERC Guyana.

ñanza científica antes de la escuela secundaria. El segundo, por el contrario, hace mucho tiempo que se conoce como el "enfoque inductivo". Este enfoque tiene más cabida para la observación, la experimentación y la creación de los niños a partir de su propio conocimiento y dirigida por el maestro. La terminología ha evolucionado y, a través de los años y la refinación de los conceptos, hoy día este enfoque inductivo es más conocido como Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), y se aplica sobre todo en las ciencias de la naturaleza y la tecnología". Uno de los principales hallazgos del informe es que "un cambio de rumbo en la enseñanza de la ciencia deductiva, principalmente, a los métodos basados en la indagación, proporciona los medios para fomentar el interés en la ciencia".

En respuesta a la actual crisis en la región, la CAS, en colaboración con IANAS, organizó un Taller de Educación en Ciencias para maestros de primaria los días 9 y 10 de octubre de 2008 sobre Métodos para la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) en el Grenada Grand Beach Resort, Grand Anse, Granada. Este primer taller se llevó a cabo en colaboración con el Gobierno de Granada, IANAS, el CDB y la OEA. Se realizaron talleres de seguimiento en Guyana (2009), Antigua (2010) y Guyana (2012). La experiencia chilena en la Educación en Ciencias Basada en la Indagación fue dada a conocer como parte de los talleres de formación de maestros en 2008 y 2009. Además, los autores contribuyeron en la Conferencia sobre Aprender y Enseñar Ciencias y Matemáticas con el siguiente tema: "Frente a la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas en el Caribe y América Latina" en la Escuela Normal de Maestros Mico en Jamaica, como parte de las celebraciones de su aniversario número 175 en marzo de 2012. Los experimentos de micro-ciencia de la UNESCO y el enfoque de la ECBI formaron parte de la sesión de interacción en la enseñanza de las ciencias.

Éxitos

La Sra. Punalall Jetoo jugó un papel decisivo para impulsar el programa de ECBI en Guyana. El siguiente extracto sobre Guyana ha sido elaborado por ella.

Guyana inició una serie de talleres de formación de maestros como seguimiento del Taller sobre Métodos para la Educación en Ciencias Basada

en la Indagación (ECBI) para Maestros de Escuelas Primarias que tuvo lugar los días 9 y 10 de octubre de 2008 en el Grenada Grand Beach Resort, Grand Anse, Granada. El enfoque ECBI fue después compartido con los maestros de secundaria como una forma eficaz para el desarrollo de habilidades de proceso de las ciencias. Los talleres de capacitación a docentes aumentaron de doce en 2009 a 41 en 2014. Estos talleres fueron organizados y hechos posibles gracias a la Unidad de Ciencias, el Centro Nacional de Desarrollo de Recursos para la Educación (NCERD) y el Ministerio de Educación. También se realizaron talleres en escuelas. En 2012, la Unidad de Ciencias logró obtener financiamiento por parte de la UNESCO para iniciar un programa piloto de Educación en Ciencias basada en la Indagación para los grados 5° y 6° en seis escuelas primarias. Se agregaron otras cuatro escuelas al programa piloto gracias al apoyo financiero de Exxon Mobil en colaboración con Youth Challenge Guyana (Reto Juvenil Guyana).

Guyana compartió, a través de la Academia de Ciencias del Caribe, la puesta en práctica del programa piloto ECBI en diversas conferencias y talleres como la conferencia de la Escuela Normal de Maestros Mico en 2012 y el Tercer Taller Anual de la Fundación de Ciencias del Caribe (LCR) 2013. El programa ECBI se preparó en torno al cambio climático. Se prepararon lecciones para los grados 1° a 6° en ciencias y estudios sociales. Actualmente, se están llevando a cabo módulos piloto de ciencias en 16 escuelas primarias. En las imágenes que se muestran a continuación, se puede observar la organización de los talleres de formación de docentes en ECBI impartidos por el Centro Nacional de Desarrollo de Recursos para la Educación.

La Educación en Ciencias basada en la Indagación fue también presentada en el Tercer Taller Anual de la Fundación de Ciencias del Caribe (CSF) organizado en Guyana en 2013.

Granada

Como seguimiento al primer Taller de Educación en Ciencias sobre Métodos para la Educación en Ciencias Basada en la Indagación de la Academia de Ciencias del Caribe para Maestros de Primaria, que se llevó a cabo los días 9 y 10 de octubre de 2008 en el Grenada Grand Beach Resort, Grand

Anse, Granada, un equipo de maestros (los señores Davis John, Jervis Viechweg y Noland Michelle) elaboraron un folleto que incluía lecciones para la Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Se capacitó a maestros y líderes en ciencias de seis es-

cuelas primarias y se les pidió que compartieran sus conocimientos con otros maestros en sus respectivas escuelas. El Sr. Davis John realizó talleres adicionales con este personal de la Escuela Anglicana de San Patricio, en la que él enseña.

PAÍSES DE HABLA HISPANA

3.4 El caso de Colombia⁶

En mayo de 2004 se creó IANAS con dos programas institucionales: Educación y Agua. La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales firmó el Acta de creación de IANAS e inició su participación en los dos programas.

En 2004 existían Programas de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (IBSE, por sus siglas en inglés) en siete países de América: Canadá, EUA, México, Colombia, Brasil, Chile y Argentina, siendo el Programa Pequeños Científicos de Colombia uno de los primeros en Latinoamérica cuyo origen se remontaba al año 2000. Ese año se firmó un acuerdo entre la Universidad de los Andes, Maloka, y el Liceo Francés Luis Pasteur para promover un programa ECBI en Colombia, partiendo de la experiencia inicial entre 1998 y 2000 del Liceo Francés, en coherencia con el naciente programa en Francia de *La main à la pâte*.

La Academia había tenido cierto contacto con el Programa Pequeños Científicos y estableció contacto con él nuevamente. Se discutió si la Academia debía tratar de crear su propio programa o no. Entonces, la Academia decidió respaldar el programa que ya existía, que ya había acumulado una experiencia importante en el sistema de educación pública y

que seguía con bastante fidelidad los lineamientos del Programa de Educación en Ciencias promovido por las Academias, dado que se había inspirado en programas como el de EUA y el de Francia, ambos promovidos desde las Academias de sus respectivos países.

En octubre de 2004, un equipo colombiano de cinco personas con representantes del Ministerio de Educación, Pequeños Científicos y la Academia fue invitado por IANAS a Chile a participar en un taller de planeación estratégica sobre proyectos de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).

Finalmente, el 25 de mayo de 2005 se amplió el convenio en el que se reestructuró la Alianza Pequeños Científicos, y que quedó constituida por La Universidad de Los Andes, la Corporación Maloka, el Liceo Francés Louis Pasteur, la Alianza Educativa, la Embajada de Francia y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En virtud de este convenio, la Academia Colombiana de Ciencias se comprometió a:

1. Procurar la articulación con las academias de ciencias de otros países, especialmente con IANAS e IAP, con el propósito principal de fortalecer el intercambio de programas y materiales.
2. Procurar la articulación de Pequeños Científicos con otros programas de indagación guiada, apoyados por las academias de ciencias de sus respectivos países.
3. Dar apoyo científico al proyecto facilitando la vinculación de científicos que ofrezcan apoyo al proyecto.

6. Relatores: **José A. Lozano**, Punto Focal de Colombia, Miembro Honorario de la Academia de Ciencias; **Margarita Gómez**, Coordinadora Programa Pequeños Científicos de la Universidad de los Andes, Bogotá; e **Ismael Mauricio Duque**, Coordinador Académico Programa Pequeños Científicos de la Universidad de los Andes, Bogotá.

Esta Alianza estratégica se desarrolló satisfactoriamente hasta el año 2010 y la Academia cumplió también satisfactoriamente con las actividades a las que se había comprometido dentro del convenio firmado, pero en el año 2011 no se renovó. Sin embargo, el Punto Focal mantiene contacto y en las reuniones del Programa de Educación de IANAS se presenta un informe actualizado sobre el estado del Programa Pequeños Científicos.

Como el Programa Pequeños Científicos tiene características especiales, como todos y cada uno de los programas nacionales, y ya existía cuando IANAS fue creada en 2004, Margarita Gómez, actual coordinadora del Programa, preparó el resumen que se presenta a continuación:

El Programa Pequeños Científicos nace como respuesta a la necesidad de incentivar y transformar la educación en ciencia y tecnología en la escuela básica en Colombia (Duque, Figueroa y Carulla, 2002). Esta iniciativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes se basó en propuestas desarrolladas internacionalmente. En particular, el programa colombiano se inspiró en los trabajos realizados en Francia con el programa *La main à la pâte*, liderados por el Premio Nobel de física Georges Charpak.

La propuesta francesa, adoptada y posteriormente adaptada por la Universidad de Los Andes, se basa en principios básicos sobre cómo se aprende y se enseña ciencias y tecnología. En una clase de Pequeños Científicos, los estudiantes observan un problema real y hacen una investigación que les permite descubrir el conocimiento que se asocia al problema. Para esto, van elaborando hipótesis y planteando argumentos con sus propias palabras, discuten sus propias ideas y van construyendo el conocimiento científico (Belay, 2006).

Esta aproximación a la enseñanza de las ciencias y la tecnología requiere que los estudiantes dediquen tiempo suficiente a los problemas y que los aborden con secuencias lógicas en las que se progresa sucesivamente en la construcción conceptual (Worth, Saltier, & Duque, 2009). Esto implica que el maestro debe contar con los recursos materiales y pedagógicos para involucrar a los estudiantes en pequeñas investigaciones en las que actuarán como "pequeños científicos" llevando a cabo observaciones y experimentos para construir conocimiento

que es nuevo para ellos (National Research Council, 2000).

En sus 14 años de experiencia, el Programa Pequeños Científicos de la Universidad de Los Andes ha construido y validado un marco de trabajo que explicita los objetivos, los medios y los recursos necesarios para la implementación de una estrategia que logre transformar la calidad de la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) en la escuela básica.

El programa desarrolla actividades de desarrollo profesional situado desde el año 2000. Estas actividades se centran en las escuelas y en las actividades de aula reconociendo la evidencia del bajo impacto que tienen los talleres que se realizan sin una conexión clara con las prácticas de enseñanza de las ciencias y las matemáticas.

Teniendo en cuenta que la cualificación de los maestros es uno de los factores que más influyen en los resultados académicos de los estudiantes (Cochran-Smith & Zeichner, 2005), y que los docentes de escuela básica primaria rara vez tienen formación específica en alguna de las áreas de CTIM, Pequeños Científicos ha desarrollado un marco de trabajo para el desarrollo profesional de docentes en servicio, enfocado a que los maestros se acerquen al conocimiento científico mediante estrategias de indagación e investigación que puedan ser transferidas al proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de clases.

Pequeños Científicos propone una estrategia de desarrollo profesional basada en la orientación del aprendizaje por indagación (National Research Council, 2000). Esta formación se desarrolla desde una perspectiva de aprendizaje situado (Putman & Borko, 2000) en contextos auténticos y está enfocado en el desarrollo del conocimiento didáctico de la disciplina, que permite al docente no sólo comprender las ideas a enseñar sino conocer las estrategias más apropiadas para lograr que sus estudiantes las aprendan (Shulman, 1986).

La evaluación tanto de los estudiantes como de los docentes es la forma de promover el mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje de las áreas de ciencia, tecnología ingeniería y matemáticas. El marco de trabajo para la evaluación se basa en la descripción de los conocimientos esperados en los estudiantes competentes en ciencias naturales y

describe diferentes tipos de logros cognitivos. La meta del aprendizaje en ciencias es que los estudiantes desarrollen conocimientos declarativos (factual, conceptual), conocimientos procedimentales (paso a paso, condición-acción), conocimiento esquemático (explicaciones) y finalmente conocimiento estratégico (resolución de problemas y validez del razonamiento) (Li & Shavelson, 2002; Shavelson, Ruiz-Primo, & Wiley, 2005).

Promover estos aprendizajes en la escuela se logra mediante el trabajo intencionado de los docentes, por lo que Pequeños Científicos ha descrito un marco de referencia para la enseñanza de las ciencias y la tecnología basada en indagación. Este marco define las dimensiones que se deben enseñar en ciencias y tecnología, y recoge el estado del arte sobre las aproximaciones didácticas para la educación científica (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007). Pequeños Científicos reconoce cuatro dimensiones para la enseñanza de las ciencias:

Esquemas conceptuales, que se relacionan con la construcción de ideas científicas, tecnológicas y matemáticas y su apropiación por parte de los estudiantes;

Estrategias de proceso, que implican que se enseñe a los estudiantes cómo hacer ciencia, tecnología y matemáticas, elaborar preguntas y predicciones, construir hipótesis y validar sus conclusiones;

Marcos epistemológicos, en los cuales se espera que el estudiante se acerque a la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, reconociendo por ejemplo la provisionalidad de las ideas y conclusiones y la validez del conocimiento soportado por evidencia.

Finalmente, se abarca una dimensión de **procesos sociales**, relacionada con la comunicación, el lenguaje y la argumentación propia de las ciencias, las matemáticas y la tecnología.

Transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las áreas CTIM en la escuela básica en Colombia, nos obliga a reflexionar sobre el currículo de ciencias y matemáticas, transformando la visión de lo que se enseña y se aprende en el aula de clases. En el país, las instituciones tienen libertad curricular orientada por lineamientos y estándares nacionales, por lo que es posible transformar la visión de extensas listas de contenidos por currículos menos extensos, enfocados en el desarrollo de grandes ideas de la ciencia,

la matemática y la tecnología (Harlen, 2010), en situaciones de aprendizaje diversas y productivas (Worth *et al.*, 2009).

Estos marcos de trabajo están mediados por la convicción de que la verdadera transformación requiere de un involucramiento de los diferentes actores de la comunidad, incluyendo los padres de familia, los directivos, docentes, los tomadores de decisiones locales y el sector productivo.

La promoción de competencias transversales en lenguaje y matemáticas ha estado presente en el manejo de los protocolos de aula. En la actualidad se está realizando un proceso de adaptación de materiales para la enseñanza de las matemáticas propuesto por PREST-Canadá con el fin de comenzar una iniciativa de corte STEM.

En 2007, para prestar servicio a la comunidad ECBI de las Academias de Latinoamérica, a través de un convenio entre las Academias de Francia, Brasil, Argentina, Chile, Colombia, la Universidad de Los Andes y la Secretaría del Convenio Andrés Bello, se creó el portal latinoamericano Indágala (inicialmente Map América) sobre la plataforma "MAP Monde", donada por la Academia de Ciencias de Francia. Este convenio se amplió para incluir las otras Academias del programa de Educación de IANAS. La plataforma fue administrada por la Universidad de los Andes. En 2011 se inició el montaje de Indágala sobre el hardware de la Academia de Ciencias de México y en 2012 se decidió trasladar el portal íntegramente a la Academia de Ciencias de México que hoy lo administra.

Bibliografía

- Belay, R. (2006). *The international action of La main a la pate: teaching science at primary school*. Paris, INRP - French Science Academy.
- Cochran-Smith, M. and K. Zeichner (2005). *Studying teacher education: The report of the AERA Panel on Research and Teacher Education*. Washington, American Educational Research Association.
- Duque, M. *et al.* (2002). "Pequeños científicos en la escuela primaria". *Revista colombiana ciencia y tecnología* 20(1): 26-32.
- Duschl, R. *et al.* (2007). *Taking science to school: learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, NAP.

- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education.
- Primo, M.A.R. et al. (2002). *Looking Into Students Science Notebooks: What do Teachers do with Them?* Center for the study of evaluation, National Center for Research on Evaluation, UCLA: 31.
- National Research Council (2000). *How people learn: Brain, Mind, Experience, and school*, National Academy Press.
- Putman, R. and H. Borko (2000). "What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning?". *Educational research* 29(1): 4-15.
- Shavelson, R. et al. (2005). "Windows into the mind". *Higher Education* (49): 413-430.
- Shulman, L. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching". *Educational researcher* 15(2): 4-14.
- Worth, K. et al. (2009). *Design and implementing inquiry based science units for primary school*. Paris.

3.5 El caso de México⁷

El sistema educativo mexicano contempla como educación básica tres años de educación preescolar, seis años de primaria, tres años de secundaria lo que constituye la educación obligatoria; después se cursan tres de bachillerato antes de poder ingresar a los estudios de nivel superior. En México existe un currículo oficial que los docentes deben cubrir al 100%. En las evaluaciones hechas por la OCDE en diferentes períodos, México ha ocupado sistemáticamente los últimos lugares. El Dr. José Antonio de la Peña y el Dr. Carlos Bosch Giral, desde la Academia Mexicana de Ciencias, al analizar la situación decidieron centrarse en los maestros en servicio y es por eso que a finales de 2001 y principios de 2002 convocaron a un grupo de 20 científicos y especialistas en educación para que analizaran las propuestas internacionales de educación en ciencias y la situación particular de ésta en México. Durante varios meses este grupo se encauzó a diseñar, fundamentar, estructurar y organizar un programa cuyo objetivo fuera mejorar la actitud de alumnos y maestros hacia las ciencias y las matemáticas. Todo el trabajo se orientó a los maestros de educación básica del país que, se considera, son la piedra angular de la educación.

A mediados de 2002, el Programa La Ciencia en tu Escuela (LCE) surge como una respuesta de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) para apoyar la educación en ciencias y matemáticas. Se nombra al Dr. Carlos Bosch como coordinador académico del Programa. Se elaboran materiales de estudio propios, antologías de lecturas y una página web como foro de consulta y discusión permanente, todo apegado a los programas y planes de estudio de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Con el apoyo de la Subsecretaría de Servicios Educativos para el Distrito Federal y la Subsecretaría de Planeación y Coordinación inicia el 24 de agosto de 2002 el diplomado La Ciencia en tu Escuela para docentes de 5° grado de primaria y 2° grado de secundaria de 68 escuelas de educación básica del Distrito Federal. Se convoca a la participación de estudiantes para apoyar el trabajo en el aula de los docentes participantes y desempeñarse como enlaces entre éstos y los científicos.

El diplomado se estructura en cuatro módulos: Matemáticas, Ciencias 1, Ciencias 2 e Historia de la ciencia; con 32 sesiones sabatinas de 2.5 horas para una duración de 80 horas. Se ofrecen talleres complementarios de Computación e Inglés.

El grupo inicial que dirige La Ciencia en tu Escuela evoluciona y se incorporan a él maestros de educación básica y especialistas en evaluación. Los aportes de ambos son fundamentales para orientar el trabajo de manera adecuada y es así que se decide rediseñar el programa de secundaria y hacerlo

7. Relatores: **Carlos Bosch**, Punto Focal de México, Miembro de la Academia Mexicana Ciencias y Profesor del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), **Silvia Romero** y **Carmen Villavicencio** de "La Ciencia en tu Escuela".

más específico para los maestros de dicho nivel: se conserva el módulo de Historia de las ideas científicas, se añade un módulo general de Ciencias (Biología Física, Geografía, Matemáticas y Química) y un módulo de especialización en cada una de las áreas antes mencionadas. Finalmente, después de algunos ajustes, los módulos de trabajo quedan de la siguiente manera:

Módulos primaria	
Matemáticas	8 sesiones
Ciencias 1	8 sesiones
Ciencias 2	8 sesiones
Desarrollo de Habilidades Comunicativas	6 sesiones
Módulos secundaria	
Módulo General (Matemáticas, Física, Química, Biología y Geografía)	12 sesiones
Módulo de Especialidad	12 sesiones
Historia de la Ciencia	4 sesiones
Desarrollo de Habilidades Comunicativas	2 sesiones
En ambos casos, el programa se acompaña de un taller de cómputo y consta de 180 horas.	

También se abrió el diplomado a maestros de cualquier grado de primaria o secundaria, a pesar de que nuestra intención inicial era trabajar con maestros de 5° grado de primaria o 2° de secundaria para darles seguimiento a sus alumnos; la realidad es que fue imposible encontrar a esos alumnos en los siguientes cursos.

A partir de la segunda generación se inicia con el proceso de evaluación para medir la actitud de los docentes y alumnos hacia las matemáticas y las ciencias; se diseñan instrumentos para evaluar los módulos y ponentes; se elaboran exámenes de conocimiento que se aplican a los alumnos de los docentes participantes y a los docentes mismos. También se realizan videgrabaciones en algunas aulas de los docentes participantes con el fin de observar la interacción maestro-alumno y alumno-alumno, y saber si los materiales y formas de enseñar que se proponen funcionan adecuadamente en las aulas de trabajo.

Los maestros piden también ayuda en redacción por lo cual se ofrece inicialmente un taller de Redacción que poco a poco, a solicitud de los maestros, va creciendo hasta ocupar un módulo completo en este diplomado tanto en primaria como en secundaria.

La propuesta de formación docente se comparte e implementa en siete estados de la República: Baja California Sur, Guanajuato, Puebla, Morelos, Michoacán, Yucatán y Quintana Roo, para apoyar a profesores fuera del Distrito Federal.

El programa se presenta ante las Academias de Ciencias de EUA y Francia; con esta última se firma un convenio de intercambio con el programa *La main à la pâte* y se incorpora la página del programa al portal de ICSU/IAP.

Dada la aceptación que tiene el diplomado La Ciencia en tu Escuela, el grupo que lo dirige (grupo de científicos, más maestros en servicio, más especialistas en evaluación), llamado Grupo de Enseñanza, decide ir a impartirlo a los organismos que se encargan de formar a los maestros y es así como adapta lo que se tiene hasta ese momento para impartirlo en la Benemérita Escuela Nacional de Maestros (BENM) en cuatro módulos: Matemáticas, Ciencias 1, Ciencias 2 e Historia de la ciencia con 52 sesiones vespertinas de dos horas para una duración de 104 horas.

Para secundaria se adapta e implementa para la Escuela Normal Superior de México (ENSM) en tres módulos: Historia de las ideas científicas, Módulo general de Ciencias, Módulo de especialización con 52 sesiones vespertinas de dos horas para una duración de 104 horas. Sin embargo, en esta aventura, a pesar de cambiar un par de veces el método y los contenidos de trabajo, no se tuvo el éxito deseado debido a que los alumnos eran muy jóvenes, sin experiencia al frente de un salón de clases y al ser un trabajo optativo los futuros maestros no se involucraron adecuadamente. El trabajo en las escuelas normales duró tres años en los cuales ni siquiera pudimos hacer el seguimiento de los alumnos-maestros que habían participado en dicho programa, ya que fueron destinados a distintas escuelas sin que tuviésemos noticia de ellos.

Es interesante notar que en 2004 el programa es invitado como observador a participar en el Programa de Educación de la Red Interamericana de Ciencias (IANAS-SEP). Al año siguiente, La Ciencia en tu Escuela participa como un miembro de IANAS-SEP y desde entonces no ha dejado de participar en dichas reuniones, y ya ha sido sede de estos encuentros en tres ocasiones.

En 2005 nos buscan para implementar el programa en colaboración con el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), para apoyar a instructores comunitarios de educación primaria y secundaria en zonas rurales de Acapulco, Chilpancingo, Iguala, Ciudad Sahagún, Pachuca, Tulancingo, Metepec, Querétaro, Tlaxcala. El impacto es enorme. Los directivos del CONAFE hacen mediciones y los alumnos de los maestros que participan en este diplomado obtienen resultados en el examen ENLACE (Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares), organizado por la SEP, que se acercan a los de la media nacional y están muy por arriba de los alumnos de esas áreas rurales cuyos maestros no participan en La Ciencia en tu Escuela.

Gracias a las reuniones de IANAS-SEP, varios países latinoamericanos participan en actividades llevadas a cabo por La Ciencia en tu Escuela y en 2007 se firma un convenio de colaboración con las Academias de Ciencias de Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Perú y República Dominicana con el fin de establecer un programa similar en esos países y apoyar los programas que ya existen.

En 2008, dos hechos marcan al programa en La Ciencia en tu Escuela. Primero, gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) se consiguen los fondos para realizar la primera evaluación externa del programa en modalidad presencial a cargo del despacho de consultoría educativa, Grupo VALORA. Después de un estudio minucioso que consiguió entrevistar a los maestros-alumnos que habían llevado el diplomado durante alguno de los siete años en que se había impartido, se obtuvo un reporte donde se compara la metodología usada, el cambio en las actitudes y conocimientos de maestros y alumnos que participaron en el diplomado con respecto a un grupo testigo. En resumen podemos decir que se concluye que lo que bien se aprende no se olvida; la evaluación destaca varios de los logros de este diplomado. Esta evaluación externa es una parte aguda en el programa, ya que a partir de ésta se tienen las pruebas que muchos escépticos necesitaban para convenirse de las bondades de este tipo de enseñanza. A partir de 2009 se ha tenido apoyos consistentes de varias instituciones que, aunque no son suficientes para que el programa crezca a pasos agigantados, sí es lo necesario para que, a pesar de los cambios

políticos, este programa permanezca. En ese mismo año se inicia la elaboración de materiales para el programa a distancia y poder hacer que llegue a lugares remotos donde no hay científicos que puedan apoyar directamente a los maestros. En 2010 concluye la primera generación de docentes de La Ciencia en tu Escuela a distancia con la participación de Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas. La SEP hizo en ese momento una evaluación bastante alentadora que nos hizo continuar con el programa afinándolo y mejorándolo. En el ciclo 2015 participaron varios profesores de Latinoamérica, de los cuales 14 docentes de Perú, Venezuela y Colombia finalizaron el Diplomado General de Primaria y 38 profesores de Guatemala, Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia, Nicaragua y República Dominicana concluyeron el Diplomado General de Secundaria.

La Ciencia en tu Escuela a Distancia cuenta actualmente con una diversificada oferta de formación docente para profesores de primaria y secundaria; son ya siete diplomados y cinco cursos que pretenden promover el desarrollo profesional de los docentes.

Evaluaciones de La Ciencia en tu Escuela

Entendemos la evaluación como un proceso de valoración del cumplimiento de los propósitos de este programa compensatorio de intervención educativa, en el que se integran herramientas con enfoque cualitativo y cuantitativo, con el fin de estimar los logros y tomar las decisiones adecuadas para la mejora continua en la formación de los profesores participantes. Las estrategias y los procesos que el grupo de enseñanza desarrolló para este propósito contienen elementos cuantitativos y cualitativos susceptibles de análisis para la emisión de inferencias bien documentadas sobre lo que este programa está significando en los alumnos de los profesores participantes.

Como cada año, en 2015 se aplicaron diversas evaluaciones de tipo cuantitativo para medir la actitud de los profesores hacia las matemáticas y las ciencias, y se evaluó cada uno de los módulos y ponentes de las dos modalidades de estudio que tiene el programa.

Para hacer más eficiente la captura de información de los cuestionarios de evaluación del diploma presencial y realizar el análisis de la información en un tiempo menor se utilizó el SIEC, sistema que permite que los docentes participantes realicen la evaluación en línea, contar de inmediato con la información para realizar el análisis, comparar de manera automática los resultados por grupo con la muestra general de cada uno de los módulos y presentar la información de manera gráfica.

Estas evaluaciones y las evaluaciones externas realizadas en 2009 se pueden encontrar en: <http://www.lacienciaentuescuela.amc.edu.mx/?q=secciones/presencial/evaluacion.html>

En la modalidad a distancia, la encuesta de evaluación está integrada en la plataforma de trabajo y los participantes la completan al término de cada curso. De esta manera es posible analizar la información para retroalimentar a los asesores y detectar áreas de mejora. Los resultados posibilitan hacer modificaciones a los cursos, reestructurarlos y producir nuevos recursos de apoyo si es necesario; permite, también, analizar lo que los docentes opinan acerca de la plataforma de trabajo y conocer el grado de satisfacción de la modalidad educativa. Sumándose a estos instrumentos se realiza el seguimiento de alumnos y asesores por parte de la administra-

ción escolar. Se hace un análisis de los registros, de las actividades realizadas y de los históricos de participación en la plataforma.

En el último trimestre del año 2015, y como resultado de un concurso que se consolidó en un convenio de colaboración con el Reino Unido a través de los fondos Newton, se inició el proceso de evaluación externa al programa LCE en su modalidad a distancia. El estudio realizado por el grupo CollaboratED and UKEdChat con el apoyo del British Council y el fondo Newton, inició con una reunión de todos los involucrados en el proceso para que los expertos comprendieran el contexto y los objetivos de La Ciencia en tu Escuela a Distancia y desarrollar, de manera conjunta, los protocolos de evaluación para el contenido, la plataforma y la experiencia del usuario, acordar los sistemas de puntuación y desarrollar el plan de acción para hacer el estudio. Los resultados de la evaluación externa brindarán al programa elementos para la toma de decisiones sobre las futuras acciones.

Las distintas evaluaciones –incluyendo esta última–, así como más información detallada sobre el programa presencial y el programa a distancia, se pueden encontrar en: <http://www.lacienciaentuescuela.amc.edu.mx/>

3.6 El caso de Chile⁸

La educación en ciencias, aparte de las matemáticas, históricamente ha tenido poco énfasis en Chile. En la década de los ochenta pasaron varios años en que la enseñanza de la química y la física no fue obligatoria en la secundaria. Hasta la fecha, la educación en ciencias experimentales en la gran mayoría

de las escuelas y liceos del país se hace en forma teórica, pues casi todos los establecimientos carecen de laboratorios equipados y los profesores en su formación inicial no reciben suficiente capacitación en el montaje de experimentos y demostraciones ni en el diseño de protocolos prácticos.

El año 2000, bajo el liderazgo de la National Academy of Sciences de EUA, la Royal Society del Reino Unido y el Science Council de Japón se convocó a todas las Academias Nacionales de Ciencia a reunirse en Tokio, Japón, para aprovechar el inicio del nuevo milenio y mirar hacia el futuro. Se puso la

8. Relator: **Jorge E. Allende Rivera**, Punto Focal de Chile, miembro de la Academia Chilena de Ciencias y Profesor Titular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

mira en el año 2050 y se decidió estudiar los grandes desafíos que la sustentabilidad de nuestro planeta le planteaba a las ciencias.

El título de la Conferencia fue "Transición hacia la Sustentabilidad" y fue inaugurada nada menos que por el Emperador de Japón. El Dr. Jorge E. Allende fue invitado por la organización a hablar en la sesión sobre Educación en Ciencias, y la Academia Chilena de Ciencias lo designó como su representante. En la reunión de Tokio quedó constituida una nueva institución, el Panel Interacademias (IAP), que actualmente reúne a 105 Academias Nacionales en todo el mundo y que tiene sede en Trieste, Italia. En la sesión de Educación en Ciencias participaron: el Dr. Bruce Alberts, en ese momento Presidente de la National Academy of Sciences de EUA, el astrofísico francés Pierre Léna, en representación de la Academia de Ciencias de Francia, y el biólogo molecular Dr. Jorge E. Allende.

El Dr. Allende habló principalmente sobre la necesidad de borrar la muy mala imagen que los niños comúnmente tienen de los científicos, usando el ejemplo de un experimento realizado por el bioquímico brasileño, Dr. Leopoldo de Meis, en que se les pidió a los niños de muchos países dibujar un científico (Leopoldo de Meis, *Ciencia e Educação: o Conflito Humano-Tecnológico*, Río de Janeiro, 1998). Esos dibujos eran muy negativos pues mostraban a hombres con caras siniestras torturando animales o haciendo explotar bombas. Además, no aparecían mujeres científicas y en los países del Sur de África los niños dibujaban a todos sus científicos como de la raza blanca.

Para el Dr. Allende lo más importante fue escuchar la presentación de los doctores Alberts y Léna acerca de cómo la Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) había sido adoptada en EUA y Francia, y de cómo los resultados obtenidos en esa metódica eran extraordinariamente positivos, ya que los niños se maravillaban con la experiencia de aprender conceptos científicos haciendo experimentos. Además, este enfoque tiene la ventaja de que les otorga a las instituciones científicas un papel relevante en lograr que los niños aprendan y gocen con la ciencia. En ese momento, el Dr. Allende se convenció de que los científicos chilenos tenían que hacer todo lo posible para introducir la metódica ECBI a Chile e inmediatamente contactó a Bruce

Alberts y Pierre Léna para planear visitas a EUA y Francia para tener una experiencia directa de en qué consistía la metódica.

En un viaje por Washington pocos meses después, el Dr. Allende visitó la Smithsonian Institution donde conoció al Dr. Douglas Lapp y a la Dra. Sally Shuler, quienes dirigían el Centro Nacional de Recursos para la Ciencia (NSRC) que actuaba como casa matriz del Programa ECBI de EUA. Ellos le regalaron los libros para profesores y alumnos que detallaban los módulos de enseñanza de las ciencias que usaban para que los niños aprendieran conceptos científicos básicos que tenían títulos muy simples como Propiedades de la Materia, Química de los Alimentos, Flotar o Hundirse, El Clima, etcétera.

Cada uno de estos módulos tenía un kit o conjunto de materiales muy sencillos que se usaban en las salas de clase para que los niños hicieran experimentos que demostraban los conceptos que enseñaban. En esa visita, el Dr. Allende comprometió a los doctores Lapp y Shuler a visitar Chile para poner en práctica el uso de esos módulos lo antes posible.

Por otro lado, correspondencia con Pierre Léna le informó que la Academia Pontificia de las Ciencias estaba organizando a fines de 2001 una reunión en el Vaticano para hablar de la educación en ciencias. El Dr. Léna, quien es miembro de esa Academia, lo invitó a esa reunión.

De regreso a Chile, el Dr. Allende le contó estos detalles a la Dra. Rosa Devés, quien había sido Subdirectora del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina cuando él era el Primer Director, y que estaba trabajando en la Unidad de Currículum del Ministerio de Educación. Ella había sido compañera de colegio de Mariana Aylwin, la Ministra de Educación nombrada por el Presidente Lagos. Rosa Devés se interesó mucho en esta nueva metódica de enseñar ciencias, y ella y el Dr. Allende trabajaron para convencer a la Ministra Aylwin de que Chile debía adoptar esa metódica.

El mismo año 2001 se logró que el Ministerio de Educación patrocinara un proyecto al Programa de Participación de la UNESCO para financiar una reunión de Academias de Ciencias que se realizaría en Chile en enero de 2002 y a la que asistirían el equipo de EUA a hacer una demostración de la metódica ECBI, el Dr. Pierre Léna de la Academia Francesa de Ciencias y el ingeniero Guillermo Fernández

de la Garza de México, quien estaba introduciendo esa metódica a ese país con apoyo de EUA y había traducido los módulos al castellano. Previo a esto, el Dr. Allende participó en la reunión en el Vaticano que fue extraordinaria, pues lo alojaron en el Domus Marta, donde se aloja a los cardenales. La reunión fue también extraordinaria, siendo lo más importante la demostración del módulo "Flotar o hundirse", en el cual grupos de los participantes hicieron lo mismo que niños de 4° año de educación primaria hacen en sus escuelas. El Dr. Allende participó en un grupo con el físico alemán Mössbauer, ganador del Premio Nobel de Física del año 1961, y con el Secretario Perpetuo de la Academia de Ciencias de Francia. Realmente los científicos se divertieron como niños viendo y haciendo predicciones acerca de si algún objeto flotaría o se hundiría en una bandeja de agua. De pronto, el Dr. Allende cuenta que ellos notaron que sus resultados diferían del grupo vecino, lo que se pudo explicar cuando el Dr. Mosbauer metió su dedo en el agua y la probó, después de lo cual soltó una carcajada y dijo "hasta en el Vaticano hacen trampa", pues claramente el agua de la bandeja que estaban usando tenía una gran cantidad de sal. (Las presentaciones de esa reunión se publicaron en el libro de la Pontificia Academia Scientiarum, *The Challenges for Science Education for the Twenty-First Century*, Vatican City, 2002. ISBN 88-7761-080-8)

La reunión en Chile en enero de 2002, donde se repitieron las demostraciones de los módulos del Smithsonian con la ayuda del grupo del NSRC, fue muy exitosa. En un almuerzo hecho en el Ministerio de Educación, el profesor Léna al saber que la Ministra Aylwin iba a ir París a una reunión de la UNESCO, la comprometió a visitar una escuela en París donde se implementaba el proyecto *La main à la pâte*. Esa visita convenció a la ministra del gran impacto que esa metódica tenía en los niños que disfrutaban aprendiendo ciencias. Recientemente, Pierre Léna publicó un libro en que relata esta visita y su efecto en Chile. (Léna Pierre, *Enseigner, c'est espérer: plaider pour l'école de demain*. Collection: "Essais-Les défis de l'éducation", Broché, Paris, 2013, Edition Le Pommier, ISBN 97827465062751)

Por otro lado, el grupo del Smithsonian invitó al Ministerio de Educación de Chile a enviar un grupo de científicos y educadores para hacer un taller de planificación estratégica (Taller Laser) que prepara

a los equipos de los nuevos distritos educacionales que van a introducir el método indagatorio. Afortunadamente, Rosa Devés aceptó liderar a ese grupo que aprovechó muy bien la visita que se realizó en julio de 2002.

Mientras tanto, el Dr. Allende redactó un proyecto para la Fundación Andes por un total de USD\$ 100.000, que aportaba 50% del costo de un proyecto piloto para la iniciar la introducción del Programa ECBI en Chile en seis escuelas de Cerro Navia (comuna pobre cercana al aeropuerto) con los módulos de "Propiedades de la Materia" y "Química de los Alimentos para los niveles de 6° y 7° de educación primaria. La elección de Cerro Navia se debió a que la Alcaldesa de esa Municipalidad, Cristina Girardi y su Director de Educación, Santiago Aranzaes, le otorgaban gran prioridad a mejorar los niveles de la educación en ciencias de esa comuna. El proyecto fue aprobado por la Fundación Andes y también por el Ministerio de Educación que aportó otros US\$ 100.000 dólares para su financiamiento, lo que era un requisito para la Fundación Andes.

Rosa Devés, Patricia López Stewart y Elizabeth Liendro, quienes habían acompañado a Rosa a Washington, montaron en noviembre de 2002 una capacitación de profesores que actuarían como monitores en la implementación del proyecto, y en enero de 2003 este grupo realizó la capacitación de los profesores de Cerro Navia que incluyó también a los directores y jefes de UTP de las seis escuelas. Desde Washington se habían recibido muestras de los módulos que se iban a usar y no fue muy difícil replicar esos materiales adquiriéndolos en Chile.

Así fue como en marzo de 2003, sólo dos años y medio después de haber conocido la metódica indagatoria en la reunión de Tokio, la teníamos instalada en escuelas públicas de una Comuna de Población en Riesgo en Chile.

El impacto que resultó de la implementación de este proyecto sobre los niños, profesores y directivos de las escuelas fue inmediato y tremendamente potente, pues las clases de ciencias se transformaron en pocas semanas en lugares de mucha conversación, actividad y discusión. Los niños gozaban con los experimentos y los profesores se sorprendían con el interés de sus alumnos y lo que éstos escribían en sus cuadernos de ciencias donde relataban lo que habían aprendido. Los padres también se sorpren-

dían cuando sus hijos en esa Municipalidad, entre las más pobres de la Región Metropolitana, les contaban que eran los primeros niños de Chile que aprendían con la metódica y materiales que usaban en EUA.

La presión rápidamente creció para aumentar el número de módulos a 8° básico y a 5° año, cubriendo todo el segundo ciclo de la educación básica el año 2004 en 24 escuelas, y ya en 2005, el Sr. Pedro Montt, Director de Educación General del Ministerio de Educación, solicitó ampliarlo a todo el 1er ciclo de la básica. En 2005 el Ministerio incorporó a ECBI como una iniciativa experimental sumándose así a la experiencia LEM (lecto-escritura y matemáticas).

El Programa de la Región Metropolitana en las comunas de Cerro Navia, Pudahuel y Lo Prado se implementó bajo la conducción de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. A partir de 2005 se incorporaron escuelas de la 5ª Región a cargo de la Universidad de Playa Ancha con apoyo de la Universidad Santa María y en la 8ª Región a cargo de la Universidad de Concepción. El año 2006 se incorporaron las Universidades de La Serena, a cargo de la 4ª Región, la Universidad de la Frontera a cargo de la 9ª Región y la Universidad de Talca a cargo de la 7ª Región con un total de 94 escuelas. En el año 2009 participaban 12 universidades en 250 escuelas en las 15 regiones del país con 100.000 niños aprendiendo ciencias con esa metódica.

En el año 2008, el Ministerio de Educación encargó una evaluación del Proyecto ECBI a la P. Universidad Católica de Valparaíso con un equipo liderado por la Dra. Carmen Montecinos, que fue asesorado por tres destacados expertos internacionales: la profesora Wynne Harlen del Reino Unido, el Profesor Pierre Léna, Director del Programa *La main à la pâte* de Francia, y la profesora Patricia Rowell de la Universidad de Alberta en Canadá. El resultado de esta evaluación fue muy positivo.

Otro resultado importante del Programa ECBI de Chile es que sirvió para capacitar grupos de Venezuela, Perú, Bolivia y Panamá que iniciaron proyectos similares.

El éxito del proyecto chileno motivó al Panel Interacademias a solicitar a la Academia Chilena de Ciencias a asumir el liderazgo de este proyecto a nivel mundial, nombrando al Dr. Allende como Coordinador del Proyecto Global. También, entre los años

2007 y 2009, pudimos obtener un proyecto de la OEA para las Américas que también coordinó el Dr. Allende y que invirtió USD\$ 300.000 en difundir el proyecto ECBI en América Latina durante el período 2007-2009. (Allende, J. *Academies Active in Education Science*, 2008: 321:1133)

Estos vínculos nos permitieron organizar numerosas reuniones y conferencias con los mejores expertos internacionales en Chile.

El 27 de febrero de 2010 Chile sufrió un devastador terremoto y maremoto que causaron numerosas víctimas y muchos daños materiales. Dos semanas más tarde asumió un nuevo Gobierno que consideró que el país no podía seguir financiando el Programa ECBI en el que participaban 12 universidades y la Academia de Ciencias, y decidió unilateralmente dejar sin efecto los convenios que había firmado con las universidades y reducir drásticamente el presupuesto del aporte ministerial que era poco más de 1 millón de dólares.

A pesar del retiro del apoyo del Ministerio de Educación, el Proyecto ECBI de la Universidad de Chile, bajo el liderazgo de Rosa Devés y Pilar Reyes, ha podido mantener un núcleo pequeño de personas implementando el proyecto en 39 escuelas durante 2014, recibiendo aportes de las municipalidades, de empresas mineras (Angloamerican) y del Observatorio ALMA. También en la Universidad de La Serena y en la Universidad Austral de Chile en Valdivia se pudieron mantener núcleos activos. Algo parecido hizo la Municipalidad de Concepción.

La buena noticia es que en marzo de 2014 asumió un nuevo Gobierno con una gran promesa de mejorar la educación en todos sus niveles. Pocos meses después las nuevas autoridades recibieron una propuesta de la Academia Chilena de Ciencias y de la Universidad de Chile de reconstruir el Programa ECBI y de volver a trabajar con una red de universidades. Esto ha resultado en la constitución de una mesa de trabajo entre el Ministerio, la Academia y 14 universidades. Para el año 2015, esta Mesa de Trabajo ha propuesto la organización de un Programa de Diplomado Nacional dedicado a preparar profesores líderes en la metódica indagatoria (Proyecto ICEC) tanto en los niveles de párvulos, como de educación primaria y secundaria. Se espera que esto resulte en un renacer del Proyecto de Indagación.

Proyecto de Laboratorios Portátiles para Enseñar Biología Molecular en la Educación Secundaria

La Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas (RE-LAB), que tiene 15 países miembros y que se inició en 1975 con base en un proyecto PNUD-UNESCO, centrado en el fortalecimiento en los postgrados en ciencias biológicas en los países latinoamericanos, a fines del siglo pasado detectó que había una gran necesidad de capacitar a los profesores de educación secundaria en los temas de biología molecular, que estaba entrando en el currículum de los estudiantes de secundaria y sobre el cual estos profesores carecían de formación.

Después de organizar varios cursos teórico-prácticos, para capacitar a profesores de biología de la educación secundaria, nos dimos cuenta de que los profesores capacitados aprendían mucho con esos cursos, pero se frustraban porque no podían compartir con sus alumnos de secundaria la parte más didáctica y entretenida del curso, que era la experimental. Para resolver ese problema, la RE-LAB patrocinó la solicitud de tres países miembros avalados por sus principales universidades estatales: México con la UNAM, Costa Rica con la Universidad de Costa Rica y Chile con la Universidad de Chile a la Wellcome Trust del Reino Unido, que en el año 2011 tenía un programa para difundir los avances de las ciencias de la vida a la sociedad. El proyecto presentado planteaba la organización de tres cursos teórico-prácticos, uno en cada país, para capacitar a profesores de biología de educación secundaria en conceptos fundamentales de Biología Molecular y Genómica. La diferencia con lo hecho anteriormente fue que el proyecto financiaba también la compra de tres laboratorios portátiles, uno para cada país. Estos laboratorios portátiles incluían todo el instrumental y materiales necesarios para que grupos de 30 alumnos pudieran realizar los mismos experimentos que los profesores hicieron en la Universidad.

Los profesores secundarios que aprueban el curso se comprometen a enseñar las clases teóricas que ellos recibieron durante el curso y solicitan la visita del laboratorio portátil a su establecimiento educacional. Los laboratorios portátiles llegan a los liceos acompañados de dos estudiantes de postgrado de biología molecular que colaboran con el

profesor en el montaje de los experimentos y en la discusión de los resultados obtenidos con los estudiantes de media.

Este proyecto fue aprobado por la Wellcome Trust el año 2012. Ese mismo año se organizaron cursos para profesores de biología en educación secundaria en los tres países con un formato similar que se centró en la enseñanza de cuatro conceptos fundamentales:

1. Las características de las especies y de los individuos de todos los seres vivos están definidas por la información genética escrita en la secuencia de los nucleótidos en su material genético.
2. La información genética de los organismos está regulada por señales intra y extra celulares que enciende y apaga la expresión de genes específicamente.
3. El código genético que define la traducción de la información escrita en los ácidos nucleicos en proteínas codificadas por los genes es prácticamente universal y los mecanismos que usan todos los seres vivos para traducir esa información es muy similar. Este concepto hace posible la ingeniería genética y ya prácticamente todos los seres vivos son capaces de traducir correctamente un mensaje genético proveniente de otra especie muy diferente.
4. La evolución darwiniana de las especies vivas puede ser estudiada mediante el análisis de las secuencias de los genes o de las proteínas codificadas por esos genes que cumplen funciones similares en diferentes especies. Entre más separadas estén las especies en el proceso evolutivo, mayor va a ser el número de mutaciones que se van a detectar entre los genes que cumplen funciones similares en diferentes especies. La ciencia que se centra en los análisis se llama genómica evolutiva.

Los cursos intensivos para profesores enseñan en su parte teórica la historia de las ideas de los investigadores que contribuyeron a generar esos cuatro conceptos fundamentales. En su parte práctica, el curso incluye la realización de experimentos que demuestran la validez de esos cuatro conceptos.

Entre los años 2013 y 2015, en los tres países se han repetido los cursos para profesores anualmente y se han visitado numerosos liceos. En Chile hemos podido visitar 27 liceos y esas visitas han permitido que aproximadamente 750 estudiantes de educación secundaria hagan experimentos sofisticados usando el instrumental y los materiales de los laboratorios portátiles. La inversión en el laboratorio portátil que fue de USD\$ 10.000 implica un gasto por alumno beneficiado de alrededor de US\$ 13 dólares por estudiante, lo que es considerablemente menos que el precio de un texto de biología molecular para cada alumno.

En esta fase piloto hemos recogido la opinión de los estamentos que han participado directamente en esta innovación pedagógica: los profesores de biología de educación secundaria que han aprobado el curso y han recibido la visita del laboratorio portátil, los estudiantes de educación secundaria que han usado el laboratorio portátil para hacer experimentos sofisticados que enseñan conceptos fundamentales de biología molecular. Estas opiniones se encuentran en la página web: www.laboratorios-portatiles.cl en la pestaña de opiniones. Como es fácil de ver, las respuestas a esta consulta han sido prácticamente unánimes al considerar esta innovación como muy positiva por facilitar el aprendizaje y hacer más atractiva y entretenida la enseñanza de las ciencias.

Estos resultados nos han motivado a escalar este proyecto de varias maneras. Por un lado, el proyecto al año 2016 ya está funcionando en otros tres países: Brasil, Uruguay y Panamá, que tienen laboratorios portátiles, han hecho el curso para profesores y están iniciando las visitas a los liceos.

También estamos incrementando la cobertura en las temáticas de la biología que se incluyen en el currículum de educación secundaria; ya tenemos módulos teórico-prácticos que están diseñados para enseñar el capítulo de "Proteínas y Enzimas" y también el de "Fecundación y Desarrollo Temprano de Embriones Animales". Durante 2016 pensamos aumentar este número en otro módulo.

Finalmente, en este año 2016 se llevará a cabo un importante escalamiento a nivel nacional en Chile con el apoyo del Ministerio de Educación. En este escalamiento se involucraron ocho nuevas universidades que estarán visitando liceos secundarios en siete de las 15 Regiones que tiene Chile.

Vislumbramos que, en el futuro, el uso de laboratorios portátiles debiera incrementarse para abarcar toda la enseñanza de las ciencias experimentales, incluyendo no sólo biología, sino también química, física, astronomía y ciencias de la tierra. Para eso se necesita no sólo la participación de las Academias de Ciencias, sino también de Redes de Instituciones disciplinarias que como RELAB se dedican al cultivo de una de las ciencias experimentales.

3.7 El caso de Panamá⁹

Surge en Panamá para mejorar la enseñanza de la ciencia por medio de la estrategia indagatoria. Fue implementado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) a través de un convenio con el Ministerio de Educación y logró, entre el año 2006-2009, capacitar y acompañar a 2,500 maestros de 120 escuelas que corresponde a aproximadamente 17% de los estudiantes de las escuelas primarias. El esquema incluía la partici-

pación de un grupo de facilitadores, en la mayoría de los casos profesores de ciencias de secundaria, que trabajaban a tiempo completo acompañando a los maestros durante la planificación, el desarrollo de las clases y realimentándolos sobre los puntos en los que debían mejorar en base a una pauta de observación. Este proceso se desarrollaba durante cuatro meses del año escolar para cada maestro. La mayoría de los facilitadores pasaron por un período de formación de un año a tiempo completo con prácticas en las escuelas y talleres brindados por expertos internacionales. Se utilizaban en las escuelas módulos desarrollados en Estados Unidos de Amé-

9. **María Heller**, mheller@senacyt.gob.pa <http://www.senacyt.gob.pa/>

rica, traducidos al español, con doce a quince clases por tema. Además los maestros seguían con los programas nacionales, tratando de aplicar algunas estrategias planteadas por los facilitadores. Posterior al cambio de Gobierno del año 2009 el proyecto se incorporó al Ministerio de Educación que cambió el enfoque, los facilitadores retornaron a sus aulas en las escuelas secundarias y solo un grupo de diez facilitadores se mantuvo haciendo talleres en las escuelas que así lo solicitaban.

Evaluación

En el 2008 el equipo de trabajo, dirigido por una especialista internacional en evaluación, midió el impacto del programa en los aprendizajes de los niños. Se diseñó una prueba con preguntas enfocadas en los módulos desarrollados y en contenidos del currículo nacional. Se hizo un piloto de la prueba, se descartaron las preguntas que no mostraban sensibilidad. Se evaluaron 19,177 estudiantes, 12,856 del programa y 6,321 del grupo control, correspondientes a 927 docentes de 118 escuelas públicas de nueve regiones educativas. Los resultados mostraron impacto positivo y estadísticamente significativo en 3er grado. La mejora se vio tanto en las preguntas correspondientes al material de los módulos como al currículo oficial. Para 4to y 6to grado el impacto en los aprendizajes fue positivo pero no fue estadísticamente significativo. El impacto resultó negativo, aunque tampoco estadísticamente significativo, para el material del currículo oficial en 6to grado. La

muestra permitió obtener información sobre el impacto del programa por provincia, por facilitador y por maestro. Un hecho interesante que se detectó fue una fuerte relación entre los resultados de los estudiantes y la calidad de la clase registrada a través de las pautas de observación.

Estado actual

Hay una serie de factores que afectan los procesos de enseñanza-aprendizaje que ocurren en el salón de clases, uno de ellos son los programas de las asignaturas, es importante que lo que se quiere enseñar y cómo se va a enseñar esté reflejado en el currículo nacional. El Ministerio de Educación y la SENACYT, a partir de un análisis de nuestros programas y las tendencias curriculares internacionales, han definido los Derechos Fundamentales de Aprendizaje de los niños así como las progresiones conceptuales y de habilidades científicas que deben desarrollarse en las escuelas primarias panameñas. En base a estos contenidos, con la ayuda de los facilitadores formados en el pasado, se están desarrollando materiales de clase, se están retomando las capacitaciones situadas, el acompañamiento a las escuelas que así lo solicitan y se están haciendo Diplomados con las Universidades locales para fortalecer el conocimiento científico de los docentes así como la didáctica de las ciencias. Durante el año 2017 se hará una evaluación nacional censal de matemática, lenguaje y ciencias naturales que permitirá tomar acciones más pertinentes.

3.8 El caso de Costa Rica¹⁰

En Costa Rica, la indagación se inicia en la educación científica de primero y segundo ciclos de la educación primaria, como una iniciativa del Ministerio de Educación Pública (MEP), con el apoyo de la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica. En el año 2009 se lleva a cabo la aplicación de un pilotaje coordinado por la Asesoría Nacional de Ciencias del Departamento de Primero y Segundo Ciclos de

la Dirección de Desarrollo Curricular. Dicho diagnóstico evidenció la necesidad de formación de los docentes en la vinculación de la mediación pedagógica con los procesos de la investigación científica acorde con la edad del estudiantado. El personal docente participante en este proceso permitió establecer las bases para los procesos de aplicación de la metodología basada en la indagación para el contexto costarricense.

De esta manera, la Asesoría Nacional de Ciencias de Primero y Segundo Ciclos de la educación primaria, con el apoyo de la Academia Nacional de

10. Relatora: **Viviana Carazo**, Punto Focal de Costa Rica, Profesora e investigadora de la Universidad de Costa Rica.

Ciencias de Costa Rica, el Programa “La main à la pâte” (LAMAP) de la Academia de Ciencias de Francia, la Academia Mexicana de Ciencias, el Programa ECBI de Chile y el Programa Pequeños Científicos de Colombia, entre otros, publicó en 2009 tres módulos correspondientes al Programa de Educación Científica Basada en la Indagación:

- **Módulo 1: La indagación en la enseñanza de las ciencias.** Se propone como punto de partida para llevar a las aulas, por medio de la acción docente, una forma distinta de enseñar ciencias en la educación primaria. El Módulo 1 aborda la perspectiva filosófica y epistemológica de la Educación Científica, la perspectiva organizativa referente a los actores participantes en la educación científica, las perspectivas metodológicas, la metodología de las ciencias y el enfoque curricular de la Educación Científica Basada en la Indagación. El documento concluye con un listado de orientaciones generales de los programas de ciencias para el I y II Ciclos de la Educación General Básica (MEP, 2009a).
- **Módulo 2: La planificación y la mediación pedagógica desde el enfoque de la Educación Científica basada en la Indagación.** Este módulo tiene el propósito de ofrecer información al personal docente de I y II Ciclos de la educación primaria, para concretar este enfoque de la mediación pedagógica para su enseñanza en las aulas, ofreciendo orientaciones para el planteamiento de preguntas, las ideas previas, la ambientación de los contextos educativos, la socialización y comunicación, la planificación de la clase, y el papel del docente y del estudiantado (MEP, 2009b).
- **Módulo 3: La formación docente desde la metodología de la Educación Científica basada en la Indagación: guía para la promoción del aprendizaje profesional.** Fue elaborado a partir del texto “La investigación – acción para la Formación Continua de Educadores y Educadoras”, de Alejandrina Mata (2007) San José: INIE/UCR. Este módulo, dirigido a los formadores de formadores, presenta una estrategia flexible orientada hacia la promoción de un aprendizaje docente significativo y contex-

tualizado, en busca de la transformación de la enseñanza de las ciencias en el I y II ciclos de la Enseñanza General Básica (MEP, 2009c).

En una segunda etapa, en el año 2010, se define la estrategia nacional de aplicación del Programa de Educación del Pensamiento Científico Basado en la Indagación mediante un convenio entre el MEP y el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), que facilitó la capacitación de docentes de las cuatro universidades públicas, así como de los 27 Asesores Regionales de Ciencias, para la conformación de equipos de formadores de formadores, quienes en coordinación con la Asesoría Nacional de Ciencias y el Instituto de Desarrollo Profesional capacitaron en 2011 a una cantidad aproximada de 16 mil docentes de primero y segundo ciclos del país. Este Programa se aplicó durante 2010-2012 en 90% de los centros educativos de primero y segundo ciclos de la Educación General Básica en todas las regiones educativas del país.

En el año 2012, se imprimen los Programas de Ciencias de I y II Ciclos de la Educación Primaria, y se les incorpora el referente teórico y operativo de la educación del pensamiento científico basado en la indagación que Costa Rica venía aplicando desde años atrás.

Posteriormente, en 2014, el Consejo Superior de Educación, mediante el Acuerdo 03-15-2014, aprueba la edición de los Programas de Estudio de Ciencias de I y II Ciclos de la Educación Primaria con la incorporación de la indagación en las situaciones de aprendizaje. Estos programas continúan aplicándose hasta la fecha.

Desde 2012 y hasta el momento, la Asesoría Nacional de Ciencias del Departamento de Primero y Segundo Ciclos del MEP, ha venido realizando estrategias de acompañamiento, seguimiento y evaluación de la aplicación de la metodología indagatoria en las diferentes regiones educativas. Se desarrollan procesos que comprenden cursos de reforzamiento y talleres de actualización dirigidos tanto a docentes como a asesores que plantean necesidades de formación en la metodología indagatoria. De manera similar, se proporciona acompañamiento y realimentación al trabajo docente mediante visitas a muestras de centros educativos de las Direcciones

Regionales de Educación. Como parte de este proceso de seguimiento, en 2015 se desarrolló un curso de actualización dirigido a Asesores Regionales de Ciencias de todo el país, en el que se contó con el apoyo de la Embajada de Francia.

El desarrollo del programa educativo basado en la indagación en el contexto de la educación pública costarricense tiene como objetivo promover la construcción del pensamiento científico, tecnológico y social, buscando integrar *“los aspectos cognitivos y socio afectivos, permitiendo la formación de habilidades, actitudes y valores, como: plantear preguntas, observar, registrar, analizar y comunicar resultados, trabajar en forma colaborativa, honestidad en la obtención de datos y uso de la información, criticidad y disposición para establecer consensos, entre otras, todo lo anterior, acordes con la edad del estudiantado”* (Calderón y Hernández, 2015: 1).

Así las cosas, el *“Programa Educación del Pensamiento Científico Basado en la Indagación...busca un cambio en la forma de enseñar y aprender las ciencias de una forma reflexiva y vivencial, que permitan el desarrollo del pensamiento científico en niños y niñas de I y II ciclos. Lo antes expuesto está dirigido a promover desde la infancia las habilidades científicas favoreciendo el gusto por la ciencia y la tecnología, al “pensar, hacer y comunicar”* (Calderón y Hernández, 2015: 1). Como parte de las actividades de este programa, la Dirección de Desarrollo Curricular en el Departamento de I y II Ciclos aborda la formación continuada de los actores académicos y administrativos que en el sistema educativo tienen incidencia en la educación científica en estos niveles, considera la construcción de material didáctico bajo este enfoque, la socialización de experiencias de buenas prácticas y la sistematización de los procesos de aula con fines de seguimiento y evaluación para la realimentación de los aspectos teóricos y prácticos implementados por el cuerpo docente (Calderón y Hernández, 2015).

Actualmente, mediante la inclusión de la indagación en los Programas de Estudio de Ciencias de I y II Ciclos del 2014, aprobados por el Consejo Superior de Educación, y que se están aplicando en el curso lectivo del 2016, el ECBI, como política nacional para la enseñanza de las ciencias, se asume en todos los centros educativos de educación primaria del país.

Nuevo Punto Focal de Educación y Enseñanza de las Ciencias basada en la Indagación

En el segundo semestre del año 2014, la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica (ANC de CR) realizó una variación en su Punto Focal en Educación, transición que ha conllevado al planteamiento de nuevos retos y objetivos en procura de promover y potenciar la Enseñanza de las Ciencias basada en la Indagación (ECBI). Actualmente, la labor se centra en la propuesta de enfoque y estrategias para el logro de esta meta, todo ello contando con el apoyo administrativo de la ANC de CR.

Se considera que para promover y potenciar la ECBI, para la ANC de CR resulta fundamental establecer vías de trabajo conjunto y coordinado tanto con el Ministerio de Educación Pública (coordinación que se diluyó en los últimos años) como con las principales instituciones responsables de la formación de formadores. Esto constituye el primer objetivo a lograr por parte del Punto Focal en Educación.

Para ello, y luego de realizar un análisis de los Programas de Estudio en Ciencias, desde el nivel de preescolar hasta la educación diversificada (10° y 11°), es evidente que el abordaje del proceso pedagógico en Costa Rica se encuentra en un momento de importante cambio, que ha empezado a ser evidente en la fundamentación y estructura de los nuevos programas de educación preescolar, cuyo programa actual focaliza su meta principal en *“el desarrollo de todas las potencialidades e intereses de nuestros niños y niñas, al tiempo que se satisfacen sus necesidades biológicas, emocionales, cognitivas, expresivas, lingüísticas y motoras, a través de un abordaje pedagógico integral. En éste se combinan acciones para el abordaje de procesos psicomotrices, cognitivos y socioafectivos que favorecen el conocimiento de sí mismo, el desarrollo gradual de la autonomía, la interacción respetuosa con los otros, las posibilidades de acción del cuerpo, la coordinación visomotora, las funciones ejecutivas, las habilidades lingüísticas para la vida, la inclusión de la conciencia fonológica, el disfrute de la literatura infantil y en general, la capacidad de cada niño y niña para actuar en su entorno físico, social y comprender el sentido de sus acciones”* (MEP, 2014: 8).

En cuanto al currículo de Ciencias de I y II ciclos de la Educación Primaria (MEP, 2014), el mismo con-

templa los aportes de la neurociencia, entre otros aspectos, mediante la promoción de la formación integral del estudiantado indicando que “*es necesario incorporar propuestas innovadoras que promuevan la práctica pedagógica y consideren la armonía entre el cerebro, el aprendizaje y el desarrollo humano para la construcción de aprendizajes significativos por parte del estudiantado*” (MEP, 2014:11). De hecho, los fundamentos de este currículo, que contemplan los aspectos filosóficos, sociocultural histórico, pedagógico, artístico y lingüístico, incluyen el fundamento ecológico que resalta la importancia de comprender que “*el ambiente integra la vivencia de experiencias que propicien la sensibilización, el respeto por la biodiversidad, el amor a la naturaleza, así como, la interdependencia que existe entre lo sociocultural, económico y natural*” (MEP, 2014:16). Evidenciando un importante proceso evolutivo, en este currículo actualmente se incluyen los fundamentos neurocientíficos y psicobiológicos como base para considerar la importancia de la relación que se establece entre el organismo que aprende y su entorno, identificando que la mediación pedagógica es fundamental para aprovechar y desarrollar las capacidades individuales. Es de esperar que esta perspectiva curricular empiece a impregnar también a los programas educativos de ciclos posteriores.

De hecho, en el contexto de reformas curriculares, en el currículo de Ciencias del tercer ciclo (MEP, 2012) ya se indica que “los cambios introducidos en estos programas para la enseñanza y aprendizaje de la Ciencia como actividad social, integran una temática de vital importancia para la formación humana: la afectividad y la sexualidad, en cuyo aprendizaje confluyen elementos de conocimiento e indagación científica –natural, psicológica y social– con elementos de sensibilidad y respeto que deben caracterizar siempre las relaciones humanas, la convivencia y nuestra comprensión mutua” (MEP, 2012: 3).

Es en este marco, aunado a la tendencia mundial acerca del aprovechamiento del conocimiento neurocientífico como base para la comprensión e implementación de mediaciones pedagógicas congruentes con el proceso de neurodesarrollo humano, que en el año 2015 se establece un convenio entre la ANC y la Universidad de Costa Rica (UCR). Uno de los fines de esta colaboración es profundizar en la fundamentación neurocientífica y neuropedagó-

gica de la Educación Científica basada en la Indagación, aportando de esta manera una perspectiva que contribuya a la difusión, promoción y consolidación del enfoque de la ECBI. Como primera acción, en el mes de julio de 2016, el III Simposio de Neuropedagogía de la UCR incluye como una de las temáticas principales a “*La neuropedagogía y el enfoque de enseñanza basado en la indagación*”, contando con la participación de las Asesoras Nacionales de Ciencias de I y II Ciclos del MEP: de la Dra. Carazo, quien ejerce como Punto Focal en educación de la ANC y organiza dicho simposio en la UCR, y de la Dra. Quiroga de la ANC de Bolivia. Se pretende iniciar de esta manera el enlace entre una de las principales instituciones universitarias que forman profesionales en el área de la educación, la ANC y el Ministerio de Educación Pública.

El logro de dicho trabajo colaborativo se espera que genere los insumos teóricos y prácticos para incrementar el impacto que el ECBI tiene en el sistema educativo costarricense, incidiendo en los distintos niveles necesarios para que el estudiantado sea el beneficiario directo de una mediación que promueva y potencie su capacidad crítica, reflexiva y creadora.

Bibliografía

- Calderón, C. y Hernández, C. (2015). *Programa Educación del Pensamiento Científico Basado en la Indagación*. Ministerio de Educación Pública, República de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública, República de Costa Rica (2012). *Programas de Estudio Ciencias I Ciclo de la Educación General Básica*. Reimpresión Programa de Estudio Ciencias I Ciclo de la Educación General Básica. MEP: San José, Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública. Programa Educación Científica Basada en la Indagación. (2009a). *La indagación en la enseñanza de las Ciencias. Módulo 1*. San José: Departamento de Gestión de Recursos, Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gómez.
- Ministerio de Educación Pública. Programa Educación Científica Basada en la Indagación. (2009b). *La Planificación y la mediación pedagógica desde el enfoque de la Educación Cien-*

tífica basada en la Indagación. Módulo 2. San José: Departamento de Gestión de Recursos, Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gómez.

Ministerio de Educación Pública. Programa Educación Científica Basada en la Indagación. (2009c). *La formación docente desde la metodología de la Educación Científica basada en la*

Indagación: guía para la promoción del aprendizaje profesional. Módulo 3. San José: Departamento de Gestión de Recursos, Instituto de Desarrollo Profesional Uladislao Gómez.

Ministerio de Educación Pública. República de Costa Rica. (2014). *Programas de Estudio Ciencias I y II Ciclo de la Educación General Básica.* MEP: San José, Costa Rica.

3.9 El caso de Venezuela¹¹

En Venezuela la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales tiene la responsabilidad de liderar el programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), que denominamos Ciencia en la Escuela, con el valioso apoyo financiero y compartición de intereses con la Fundación Empresas Polar, una fundación privada de Empresas Polar.

El origen de la participación de la Fundación Empresas Polar se remonta al año 2003 cuando uno de sus ejecutivos fue invitado a la II Conferencia Internacional La Ciencia en la Educación Básica en Monterrey (México), organizada por la Academia de Ciencias de América Latina (ACAL), la SEP de México, la National Science Research Center (NSRC), el Consejo Internacional de la Unión Científica (ICSU), el InterAcademy Panel (IAP) y otras organizaciones. Entre las metas del evento estaba la de compartir experiencias e identificar estrategias de cooperación internacional para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia con técnicas vivenciales e indagatorias.

Estas ideas fueron inmediatamente compartidas por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y el 23 de agosto de 2004 se firmó un acuerdo entre la ACAL, la Academia de Ciencias y la Fundación Empresas Polar, para generar un programa ECBI en Venezuela. En octubre de 2004

se seleccionó un equipo de docentes para asistir al Taller Interamericano de Planificación Estratégica para Proyectos de Educación en Ciencias Basada en la Indagación, organizado por IANAS en Santiago de Chile, del cual se recabaron las ideas básicas del programa. Sobre la base de la formación y experiencias recogidas en ese evento, se activó el primer grupo de trabajo para planificar un programa ECBI en Venezuela, bajo el liderazgo del académico Claudio Bifano y la coordinación técnica de la profesora Diana Hernández.

Lo primero que se hizo fue determinar la pertinencia de las experiencias del módulo Propiedades de la Materia del programa Ciencia y Tecnología para Niños del NSRC (versionado al español por el programa ECBI de Chile), en relación con los contenidos de los programas de Ciencia Naturales y Tecnología de la II etapa de educación básica en Venezuela.

Se procedió al análisis de las 19 lecciones del módulo, en función de los contenidos de la lección y los contenidos de los programas, y se vio que correspondían a 5° y 6° grados. Igualmente, los resultados de este análisis permitieron definir las adaptaciones y modificaciones necesarias para su aplicación a nuestras escuelas.

En julio de 2005, la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela, siempre con el patrocinio de la Fundación Empresas Polar, organizó en Caracas un Taller, en el marco de la III Conferencia ACAL, en el cual se presentó el programa ECBI-Venezuela ante la comunidad nacional e internacional. El lanzamiento del programa contó con la presencia del Dr. Hernán Chaimovich, Co-Chair de IANAS, de los directivos de la ACAL, de autoridades

11. Relatores: **Claudio Bifano**, Punto Focal de Venezuela, Miembro de Número de la Academia de Ciencias Físicas Matemática y Naturales, Profesor Titular de la Universidad Central de Venezuela; **Diana Hernández Szczurek**, Coordinadora Técnica del Programa La Ciencia en la Escuela; y **Renato Valdivieso**, La Ciencia en la Escuela.

de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales, representantes de las Academias y de los programas ECBI de Chile, Brasil, Bolivia, México, Perú, Colombia, representantes del Ministerio de Ciencia y direcciones de Educación de Venezuela y Tecnología de Venezuela, así como un grupo de docentes e investigadores venezolanos.

Finalmente, en abril del año 2006 se estrenó el programa ECBI-Venezuela en cinco escuelas del área metropolitana de Caracas, en barrios de los municipios Libertador, Sucre y Chacao, atendiendo a 420 alumnos de 5° grado y 315 de 6° grado.

Para cerrar esa etapa de lanzamiento del programa nacional, en noviembre de 2006 se realizó el Taller de Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Logros y Tropiezos, organizado por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, la Fundación Empresas Polar y la ACAL, con el patrocinio de IANAS. Se contó con la participación de especialistas nacionales y de varios países latinoamericanos enfocados al mejoramiento de la enseñanza de la ciencia a través del programa ECBI.

Objetivo del Programa Ciencia en la Escuela

Los objetivos del programa fueron definidos desde su inicio y se han mantenido en el tiempo. A partir de que el programa fue puesto en marcha, la Academia de Ciencias y la Fundación Polar establecieron que la iniciativa se mantendría como un *proyecto piloto* que iría creciendo lentamente, en la medida en que lo exigiera la demanda de las escuelas; que se dispusiera de maestros bien preparados, que hubiera disponibilidad de recursos económicos para la elaboración de material didáctico y la formación de recursos humanos y, de ser posible, se contara con el apoyo del Ministerio de Educación.

Nunca se planteó que el programa abarcara a todo el sistema educativo nacional ya que, a nuestro juicio, esa tarea corresponde a los organismos oficiales responsables de la educación. El compromiso asumido fue poner en práctica el esquema ECBI, formar un grupo de facilitadores capacitados para replicar de manera académicamente segura la metodología en las escuelas, preparar material educativo y ponerlo a la disposición de los interesados, dictar talleres de formación en ciencia a los docentes de las escuelas vinculadas al programa.

El objetivo final acordado fue ir poniendo las bases de esa nueva metodología en escuelas que libremente quisieran aceptarla sin perder de vista los contenidos de los programas de educación vigentes. La aspiración final fue presentar, cuando fuera posible, los resultados al Ministerio de Educación recomendando su aplicación a nivel nacional.

Evolución del programa

El programa se ha enfocado en tres vertientes principales: conceptualización –lo más clara posible para nosotros– de los propósitos, el desarrollo profesional de los docentes y la preparación de material educativo.

Generación de un modelo propio para aplicar la técnica de indagación en ciencias

Un resultado muy importante del desarrollo profesional fue la generación, por parte de los docentes, de un modelo de indagación en ciencia acorde al contexto de nuestras escuelas, a los programas de estudio vigentes y la formación de nuestros maestros.

En los primeros años, el programa utilizó la metodología indagatoria con un ciclo de aprendizaje de cuatro etapas, tal como lo propone el NSRC; esto derivaba del hecho de haberse iniciado el programa con los módulos adaptados del NSRC que se estaban utilizando en Chile.

Luego, la formación recibida de los profesores del programa *La main à la pâte* (LAMAP), permitió un análisis de otra perspectiva recogida en los diez principios que el programa propone como fundamento para orientar la aplicación de la indagación en ciencia. De este ejercicio emanan los 10 principios de acción que nos orientan:

1. Los alumnos observan un objeto o un fenómeno del mundo real próximo y sensible y experimentan sobre él.
2. En el transcurso de sus investigaciones los alumnos argumentan y razonan, trabajan en equipo y discuten sus ideas y resultados y construyen sus conocimientos. Una actividad puramente manual no es suficiente.
3. Las actividades propuestas a los alumnos por el maestro son organizadas en secuencias a través de una progresión de los aprendizajes, dejando un margen de autonomía en los alumnos.

4. Un tiempo mínimo de dos (2) horas por semana se dedica al tratamiento de un mismo tema durante varias semanas. La continuidad de las actividades y los métodos pedagógicos seguidos está en concordancia con el conjunto de la escolaridad.
5. Cada niño lleva un cuaderno de experiencias donde plasma sus observaciones y conclusiones utilizando sus propias palabras.
6. El objetivo mayor persigue una apropiación progresiva, por parte de los alumnos, de conceptos científicos y técnicos operativos, acompañados de una consolidación de la expresión escrita y oral.
7. Las familias y/o su entorno, son llamados a presenciar y apoyar, si lo desean, el trabajo que se realiza en clases.
8. Profesores e investigadores de escuelas superiores o universidades, aliadas al programa, acompañan el trabajo de la clase compartiendo sus competencias con los alumnos.
9. Las universidades aliadas al programa también ponen su experiencia pedagógica y didáctica al servicio del mejoramiento profesional del maestro.
10. El maestro puede obtener, a través del sitio de Internet *ad hoc*, los módulos para trabajar, ideas para desarrollar actividades y respuestas a preguntas. Puede también participar en trabajos de cooperación dialogando con colegas, formadores y científicos.

Finalmente, tomando en cuenta la experiencia adquirida después de varios años de trabajo en el programa y aunada ésta a la participación en los talleres de desarrollo profesional antes mencionados, los docentes-participantes decidieron organizar un modelo propio de pasos o etapas de la metodología indagatoria. Estos pasos se estructuraron en función del esquema que normalmente utilizan los educadores del país para planificar la instrucción y el cual está basado en las actividades que se realizan en tres momentos de la clase: inicio, desarrollo y cierre (Bifano, Valdivieso y Hernández-Szczurek, 2010).

Desarrollo profesional

Las clases de ciencia deben estar en manos de maestros que entienden los principios básicos de la

ciencia, sean capaces de estimular la curiosidad de los niños y contribuyan a desarrollar habilidades que permitan aclarar las preguntas a través de respuestas que los niños se dan a través los de experimentos que faciliten llevar adelante la actividad docente.

Para ello, desde el año 2005 hasta el presente, se ha implementado un programa de talleres de capacitación para los maestros que complementa su formación académica.

A partir de 2008, las actividades de desarrollo profesional para el programa ECBI en Venezuela reciben un extraordinario apoyo por parte del programa correspondiente francés LAMAP (*La main à la pâte*) gracias a la colaboración de la Embajada de Francia en Venezuela y la alianza formal entre las Academias de Ciencia de Francia y Venezuela (en 2009). Al efecto, en el orden *internacional* (para distinguirlos de los talleres nacionales antes mencionados), se ha realizado un conjunto de Talleres de Formación de Formadores (LAMAP) con la participación de docentes franceses.

Materiales

Continuando con el desarrollo del programa Ciencia en la Escuela, al módulo inicial se agregaron diez nuevos módulos. Unos, al igual que Propiedades de la materia, provienen del programa Ciencia y Tecnología para Niños del NSRC (los cuales habían sido traducidos por el Ministerio de Educación y la Academia de Ciencias Chilena), mientras que otros provienen originalmente del programa francés *La main à la pâte* (LAMAP).

Todos estos módulos fueron revisados, corregidos y adaptados al contexto local, por profesores expertos en enseñanza de ciencias en conjunto con la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y la Fundación Empresas Polar.¹²

12. Los títulos de los once módulos son: Comparamos y medimos (Primer grado), El tiempo atmosférico (Segundo grado), Crecimiento y desarrollo de las plantas (Tercer grado), El camino que siguen los alimentos en el sistema digestivo (Tercer grado), Conoce a nuestra amiga el agua (Tercer grado), Cambios (Cuarto grado), Bolas, rampas y túneles (Quinto grado), Densidad: una propiedad característica de la materia (Quinto grado), Polvos misteriosos (Sexto grado), Los alimentos y sus nutrientes (Sexto grado), Propiedades de la materia (Sexto grado). El conjunto

Los temas están referidos a los contenidos del Programa de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, del Currículo Básico Nacional (Venezuela) para educación primaria. Se ha dejado abierta la posibilidad de creación de nuevos módulos y además se desarrollaron luego temas más puntuales y de menor cobertura y tiempo de aplicación, bajo el formato denominado *minimódulos*, igualmente con posibilidad de generar adicionales.¹³

La Serie Ciencia en la Escuela se concibió de manera que cada uno de sus módulos y minimódulos puedan aplicarse como un paquete curricular o bien como complemento de otros materiales del plan de estudio.

Cada módulo del programa está diseñado para experimentar en el aula con las máximas previsiones de seguridad requeridas por el nivel en que se imparte, y está constituido por:

- Un libro del docente,
- Un cuaderno de ciencias para el alumno, y
- Una caja de materiales (kit) que incluye material específico al módulo de fácil adquisición, están relacionados con la cotidianidad y se pueden adquirir en supermercados, librerías, farmacias.

Todos estos recursos se organizan en cajas logísticas que se preparan en el centro de recursos, acompañadas de una hoja que lista el material contentivo para luego enviarse a las escuelas correspondientes. La caja logística es un contenedor plástico resistente con una capacidad aproximada de 70 litros.

El **libro del docente** está organizado en seis lecciones y ofrece lineamientos para desarrollar el módulo en clase, como son: orientaciones generales, ubicación en el currículo, secuencia didáctica, lista de materiales. Cada lección incluye una breve introducción, información teórica para el docente, objetivos, materiales, duración, desarrollo de la clase y actividades de ampliación. Además, hace énfasis en las normas de seguridad.

se integró más tarde como una serie titulada *Ciencia en la Escuela*.

13. Estos minimódulos son: A divertirnos con los cambios de estado, ¿En qué se parecen el aceite comestible, el alcohol, el champú y la malta?, Las combinaciones que dan aroma, color y sabor al Universo: las mezclas.

El **cuaderno de ciencias** acompaña al libro del docente y es el espacio para que los alumnos plasmen el trabajo realizado en clase. Es una herramienta valiosa para lograr que los niños adquieran y afinen destrezas lingüísticas relacionadas con la comunicación escrita.

Adicionalmente se puede utilizar el libro *Ciencia para nosotros* (Fundación Empresas Polar, 2009), el cual ofrece secuencias didácticas más simplificadas, fáciles de manejar por los docentes con poca experiencia.

En mayo de 2010, el Instituto Técnico Jesús Obrero, una escuela ubicada en un barrio de escasos recursos de Caracas, se consolida como centro piloto del programa Ciencia en la Escuela y sede del Centro de Recursos y de Formación. En este espacio se concentran, coordinan y administran los recursos que se requieren para el desarrollo del programa.

Planes a futuro

A nivel nacional, la intención del programa es mantener y tal vez ser llevado a un mayor número de escuelas en la modalidad de formación de docentes en ciencia. Al igual que el programa Ciencia en tu Escuela de México, pensamos que lo más importante es preparar maestros en las diferentes áreas de la ciencia y ampliar el espectro de formación profesional.

Para ello la Academia ha establecido un convenio con la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) para el dictado de un diplomado semipresencial en Educación en Ciencia, al estilo del que ofrece el programa Ciencia en tu Escuela de México, que ha sido cursado por varios de nuestros facilitadores. El programa de este diplomado está bastante adelantado y esperamos poder ofrecerlo para finales del año en curso.

Por otra parte se ha creado una Organización No Gubernamental, Educación en Ciencia Basada en la Indagación: Ciencia en la Escuela, adscrita a la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales, que se encargará de promocionar el programa, diversificar las fuentes de financiamiento y administrar lo concerniente a la organización y el dictado de talleres, preparación de material didáctico y provisión del Centro de Recursos.

3.10 El caso de Argentina¹⁴

El Sistema actual definido por el Ministerio de Educación Nacional (ME) para la educación pública incluye:

- Pre-primaria o educación inicial: 3-5 años
- Primaria: a partir de los 6 años, insume un total de 6 años (edad aprox. 6-11 años)
- Secundaria; aproximadamente a partir de los 12 años, insume un total de 5 años para el bachillerato común y 6 años para las escuelas técnicas (se egresa como técnico en: electricidad, carpintería, mecánica, etcétera, según la especialidad elegida)
- Terciaria; incluye la educación en universidades y en otros institutos terciarios (e.g., formación de profesores para nivel secundario en lengua, matemática, etcétera).

Para el nivel primario y para el secundario, el Sistema incluye Currícula de Ciencias Naturales, de Tecnología y de Matemática, los tres por separado. En cada disciplina y para cada ciclo se describen los llamados "núcleos de aprendizajes prioritarios" (NAP). Según su definición, un núcleo de aprendizajes prioritarios en la escuela refiere a un conjunto de saberes centrales, relevantes y significativos que, incorporados como objetos de enseñanza, contribuyan a desarrollar, construir y ampliar las posibilidades cognitivas, expresivas y sociales que los niños ponen en juego y recrean cotidianamente en su encuentro con la cultura, enriqueciendo de ese modo la experiencia personal y social en sentido amplio.

Para poder implementar la modalidad en ciencias basada en la indagación fue fundamental, primero la visita del profesor Pierre Léna en el año 2004, que marcó un hito muy importante para maestros, profesores y académicos interesados en la ECBI. Se dictaron conferencias y talleres, y se firmó un Convenio de Cooperación para la Educación en Ciencias entre la Academia de Ciencias de Francia, la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN) y el ME. En virtud de dicho convenio, ambas Academias y el ME nacional se compromie-

ten a cooperar activamente para la implementación de la ECBI en las escuelas y nos autorizan el libre uso de los recursos del Programa *La main à la pâte* (LAMAP), originalmente diseñados por los académicos G. Charpak (Premio Nobel), P. Léna e Y. Quéré. Se autorizó la traducción al español de una de sus primeras publicaciones, libro que apareció en el año 2006, con el título *Los niños y la ciencia: la aventura de Las manos en la masa*, de la colección argentina Serie "Ciencia que ladra", Siglo XXI.

El segundo hecho que ayudó al desarrollo del programa argentino fue el Primer Taller Latinoamericano de la ECBI en Santiago (Chile), organizado por el Dr. Jorge Allende, a fines del año 2004. Fue dictado con la colaboración del grupo de la Dra. Sally Shuler del Smithsonian Institute (Washington, USA) y algunos profesores de la Universidad de Chile. Argentina estuvo representada por el Punto Focal de la ANCEFN, dos representantes del ME y un profesor del nivel medio. En las reuniones con los representantes académicos, el Dr. Allende enfatizó la importancia de que las Academias de Ciencias se involucren fuertemente para la implementación de la ECBI en las escuelas.

El tercer elemento que influyó fue el IAP Workshop on the Evaluation of IBSE Programs 2005-2006, con la participación de relevantes investigadores-educadores de distintas regiones del planeta. Tuvo lugar este taller en Estocolmo (Suecia) del 21 al 23 de setiembre de 2005. Se intercambiaron experiencias acerca del rol de los contenidos y de los procedimientos en los aprendizajes, las distintas actividades de evaluación, análisis críticos de las evaluaciones internacionales (PISA, TIMSS, ROSE, etcétera) que fueron muy valiosos para visualizar los diversos aspectos de IBSE. Se realizó un segundo taller en Washington, y todo el material producido, compilado y críticamente evaluado por un pequeño grupo liderado por Wynne Harlem (UK, 2010) fue circulado, produciendo un primer borrador de un documento muy útil que fue discutido en un 3er. Taller realizado en Santiago (Chile). La versión corregida (Harlem, 2012) fue traducida al español y constituye una herramienta fundamental para el trabajo del IANAS-SEP. En el año 2006, un grupo de cuatro docentes designado por la ANCEFN pudo realizar el

14. Relatora: **Norma Nudelman**, Punto Focal de Argentina, Profesora Titular Plenaria de la Universidad de Buenos Aires y miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Argentina.

Taller LASER en Washington (EUA) por el apoyo de la OEA-FEMCIDI.

Finalmente, jugaron un papel esencial las Reuniones Anuales de IANAS-SEP 2004-2014, con el convencimiento de que estas reuniones anuales son muy importantes para el fortalecimiento de todas las actividades de la ECBI en la región. Con excepción de la reunión realizada en Washington (EUA), Argentina participó de todas las reuniones anuales del Programa, a saber: 11^a Octubre 2014, Lima (Perú); 10^a Setiembre 2013, Santiago (Chile); 9^a Agosto 2012, Bogotá (Colombia); 8^a Junio 2011, México, D.F.; 7^a Junio 2010, Río de Janeiro (Brasil); 5^a Julio 2008, San José (Costa Rica); 4^a Julio 2007, México, D.F.; 3^a Setiembre 2006, Edmonton (Canadá); 2^a Agosto 2005, Bogotá (Colombia); 1^a Noviembre 2004, Santiago (Chile).

La modalidad de Educación en Ciencias Basada en Indagación (ECBI) comenzó en las escuelas públicas de Argentina a principios del año 2004, inscripta en el Programa Integral por la Igualdad Educativa (PIIE) organizado por el Ministerio de Educación Nacional (ME), y estuvo a cargo del Grupo de Ciencias Naturales constituido por cuatro profesores: Biología, Química, Física y Astronomía. Se realizó un taller en la Provincia de Corrientes en 2004 y otro en el Chaco en 2005; la estructura del taller diseñada por el grupo ministerial implicaba una semana completa con los maestros y comprendía varias materias de pedagogía y didáctica de las ciencias, el desarrollo de algún módulo experimental y una disertación a cargo de un "padrino científico" de la ANCEFN. En el año siguiente, no se realizaron talleres ECBI, y el grupo original de Ciencias Naturales del ME se disgregó. Para continuar con la ECBI, con base en el mandato del IAP y las experiencias de IANAS-SEP, la ANCEFN propone en el año 2006 un Programa llamado "HaCE" (por Haciendo Ciencia en la Escuela), el cual forma parte de su Programa de Mejoramiento de la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, auspiciado por el ME y coordinado la Dra. Norma Sbarbati Nudelman.

La enseñanza de ciencia y tecnología en las escuelas primarias es un requerimiento gubernamental que data ya de varias décadas. Sin embargo, los maestros se quejan del escaso interés de sus alumnos en temas de ciencia y tecnología, y éstos aducen que las clases les resultan "aburridas" y con escasa o

nula relación con su vida cotidiana. Para paliar esta situación, la ECBI es una pedagogía innovadora basada en la investigación en el aula por los alumnos, quienes con la experimentación construyen conocimiento basado en la evidencia. Por ello, va más allá de la apropiación de contenidos básicos de ciencia y tecnología, y desarrolla habilidades como: creatividad, imaginación, pensamiento crítico, argumentación oral y escrita, trabajo en equipo y solidaridad, aptitudes muy apreciadas para el mundo del trabajo en este siglo. Con el auspicio del ME y de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires (UBA) el Primer Taller HaCE se realizó el 22 de febrero de 2007. Participaron docentes y maestros de seis provincias y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Así se formó el primer núcleo de 52 "facilitadores" que comenzaron a replicar los talleres en sus respectivos ámbitos escolares. El 2^o Taller Nacional, 8-15 de junio, 2008 (V^a Semana de la Ciencia y la Tecnología) en la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza), UNSur (Bahía Blanca), UNTucumán (Tucumán) y ANCEFN (Buenos Aires).

Desde sus inicios y hasta el presente todos los talleres "HaCE" se han brindado a las escuelas públicas, especialmente de zonas vulnerables. En el primer taller se utilizaron algunos módulos experimentales del Programa *La main à la pâte* (LAMAP) merced a un convenio firmado entre la Academia de Ciencias de Francia, la ANCEFN y el ME en el año 2004, que nos autoriza el libre uso de dichos recursos. Luego, el equipo "HaCE" desarrolló módulos originales basados en los principios fundamentales del Programa y adaptados a los NAP del ME, a fin de que constituyan una herramienta útil para los maestros en la implementación de la ECBI y su rápida bajada al aula.

En los Talleres "HaCE" inculcamos en los maestros que el paso inicial es la duda, el porqué, e inducir la *indagación* sobre lo que se observa. A partir de allí, en un proceso de construcción conceptual cooperativa entre el maestro y sus alumnos, comienza el camino por el cual el niño se relaciona con el pensamiento y el conocimiento de las ciencias exactas y naturales, en el marco de su contexto social, cultural y temporal. En los talleres "HaCE" se trata de que los conceptos puedan entrelazarse con el contexto histórico en el que se desarrolló una determinada ley o teoría. De esta manera, una misma actividad per-

mite relacionar áreas cognitivas tales como biología, física, química y matemática, con historia, lenguaje, geografía y arte, entre otras. El objetivo general del Programa tiende a lograr una *educación integrada e integradora*, con trascendencia al marco social; sus fundamentos educativos están basados esencialmente en la filosofía del LAMAP, con algunas adaptaciones al contexto escolar nacional. Así, el Programa "HaCE" incluye los siguientes principios, a saber:

1. Los alumnos observan un objeto o un fenómeno real y experimentan con él trabajando en equipo. Argumentan, razonan, discuten ideas y resultados, así construyen sus conocimientos de forma semejante al trabajo del científico.
2. A fin de hacerlos sustentables, los módulos están diseñados en base a materiales muy económicos y fácilmente accesibles para cualquier escuela.
3. Para facilitar la tarea del docente, las actividades propuestas están organizadas en una progresión del aprendizaje consistente con los diseños curriculares.
4. La carga horaria semanal y la dedicación a un mismo tema durante varias semanas se adecua a las posibilidades de cada escuela.
5. Se garantiza la calidad y la continuidad de las actividades, y se promueve una educación integrada sobre el conjunto de la escolaridad.
6. Cada alumno lleva un cuaderno de ciencias (CdC) donde anota sus observaciones y conclusiones con sus propias palabras y dibujos. La evolución del CdC durante el año, constituye excelente registro del progreso en el conocimiento.
7. El objetivo mayor es la construcción y apropiación progresiva, por los alumnos, de conceptos científicos y de técnicas operativas, acompañada por una consolidación de la expresión oral y escrita.
8. Se invita a las familias, el barrio, etcétera, a involucrarse en el trabajo realizado en clase y fuera del aula.
9. Miembros de la ANCFN y otros científicos (universitarios, academias, facilitadores) garantizan la calidad de los módulos, colaboran en el desarrollo profesional de los docentes y acompañan el trabajo en el aula.
10. El programa incluye la colaboración continua con educadores especializados en investigación en la enseñanza de las ciencias y el acceso a sitios de la ECBI.

Para una eficaz (y rápida) implementación de la ECBI en las aulas, la duración de cada taller de capacitación a los maestros y su carga horaria se adapta con mucha flexibilidad a la problemática local y al contexto general de la escuela y/o región. Dado que se brindan a los *maestros en ejercicio*, en líneas generales no insume más de una jornada. El grueso del taller se dedica al desarrollo experimental de cada módulo y a la puesta en común al final, donde se discuten resultados y conceptos. Los "facilitadores" no dan clases de didáctica, pedagogía, etcétera, para poder aprovechar la mayor parte del tiempo en las experiencias, contenidos y conceptos esenciales, que son las temáticas más requeridas por los maestros. En la puesta en común al final del taller, los maestros comparten sus estrategias didácticas.

El trabajo en el aula se realiza en forma grupal (4-5 alumnos), y cada uno desempeña un rol (*líder, secretario, vocero, encargado de materiales*) que se decide al azar y se rota al iniciar una nueva experiencia. Los roles deben respetarse, independientemente del gusto de cada alumno, así se educan en el trabajo en equipo. Todos anotan sus resultados en el Cuaderno de Ciencias, en la puesta en común el vocero de cada grupo, desde su lugar, explica lo realizado y el secretario pasa a escribir en el pizarrón. Ése es un momento adecuado para introducir el vocabulario preciso, corregir la ortografía, y estimular la argumentación entre los alumnos, al exponer los resultados de todos los grupos.

Las actividades del Programa comenzaron con el nivel primario, y desde el año 2009 se extendieron al nivel secundario y al técnico en 2011. En el nivel primario los talleres se realizan por demanda de los distintos distritos escolares y/o por los ME: municipal, provincial o nacional. También se realizan talleres de alcance regional durante el año escolar, y talleres nacionales anualmente en diversas provincias.

En el taller de "Transición al Nivel Secundario" destacamos la necesidad de tener presente los cambios físicos, emocionales, sociales, neurológicos de esta etapa y la importancia de estimular el interés de las jóvenes estudiantes por la ciencia y la

tecnología. Ellos están constantemente expuestos a muy variadas y abundantes fuentes de información, y deberían ser capaces de examinar ese manantial de noticias de todo tipo con un sentido crítico y bien informado, a fin de poder opinar y tomar decisiones responsablemente.

El primer taller para profesores del nivel secundario se realizó en el año 2009, y para escuelas técnicas en 2011. Si bien los jóvenes están absolutamente fascinados por los avances tecnológicos de los que pueden disfrutar a diario (televisión, computadoras, teléfonos celulares, wifi, play station, tablets, etcétera) y realmente hacen un intensivo uso de ellos, no encuentran que la enseñanza de ciencia que reciben en la escuela esté conectada con temas de su vida diaria, y cada vez son menos los egresados que optan por seguir una carrera de las llamadas "ciencias duras". No solamente aquellos estudiantes que optarán por una carrera universitaria relacionada, sino todos los egresados de la escuela media deben ser capaces de entender y aplicar los conceptos básicos de ciencia y tecnología, pues son muy relevantes para toda actividad y su desempeño como ciudadanos informados. En el diseño de los módulos tendemos al desarrollo de nuevas habilidades: el pensamiento abstracto, la confrontación de ideas, los temas de alcance global, el arte, la biodiversidad, el interculturalismo, etcétera.

En los talleres HaCE el docente y el estudiante se colocan en la posición del investigador: observan, experimentan, discuten, explican, proponen como lo haría un científico en su laboratorio. Así, el joven se acerca a los conceptos a través de pasos similares a los que transita un científico, y el objetivo principal es desarrollar en el estudiante competencias vinculadas con el trabajo de la ciencia, tales como: capacidad de observación crítica de un hecho empírico concreto; capacidad de descripción minuciosa, tanto oral como escrita, de las observaciones; habilidad para obtener datos y ordenarlos de una manera significativa que le permita analizar, interpretar, relacionar resultados, realizar gráficos y establecer similitudes y diferencias; elaborar posibles conclusiones e hipótesis a raíz de las evidencias a fin de poder predecir resultados en situaciones comparables; desarrollar espíritu crítico, capacidad para el trabajo en equipo, para la confrontación y discusión de re-

sultados obtenidos por otros, etcétera. El docente acompaña al estudiante en un proceso en el cual la *indagación es el primer paso para la construcción de conocimientos relevantes*. El trabajo experimental es apto para introducir alguna de las problemáticas del quehacer científico: observación, medición, registro de datos, ponderación de errores, etcétera y, por el otro, la comunicación y discusión de resultados. Otro aspecto a tener en cuenta al realizar experimentos, es la seguridad. Se deben enseñar los cuidados que hay que tener, generando una actitud de responsabilidad con su seguridad y la de sus compañeros.

Argentina es un país muy extendido y con problemáticas diversas según la región. Por esta razón desde hace varios años se han implementado Centros Pilotos en puntos estratégicos de diversas provincias, donde "facilitadores" formados en el Programa replican periódicamente talleres "HaCE" en sus respectivas escuelas y distritos escolares. Para ello, el Programa cuenta con el apoyo de graduados de universidades nacionales y de institutos terciarios y de profesores del nivel secundario en ejercicio en las provincias.

Otras actividades auspiciadas por IANAS en Argentina

En la primera reunión de los Puntos Focales de IANAS, en 2004, se conversó sobre la sinergia adicional que podrían aportar a la educación en ciencias de la región los especialistas que cada país tuviera en las diversas ciencias. Así, se mencionó a Chile en Biología, a México y Perú en Matemáticas, y a Argentina en Química para colaborar en la capacitación de los maestros y profesores en temas de frontera de estas disciplinas. Se propuso que Argentina organizara talleres sobre Química Verde, una química que desarrolla productos y procesos amigables para el ambiente y que los estudiantes reciben con entusiasmo. En noviembre de 2005 se realizó en Mendoza, Argentina, el Primer Curso Teórico-Práctico de Alcance Latinoamericano sobre Química Sustentable/Green Chemistry para Profesores de Nivel Medio, auspiciado por IANAS SEP, la ANCFN y la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza). Se consiguió que OREALC/UNESCO solventara los pasajes

internacionales para posibilitar la participación de diez profesores de diez países distintos de Latinoamérica que llegaron el día domingo, ya esa noche se hicieron las presentaciones y se dieron las primeras consignas. El curso/taller se desarrolló en cinco días con expertos en cada uno de los temas: principios fundamentales de QV; energías alternativas; toxicidad, biotoxicidad y persistencia; uso de productos naturales; fluidos supercríticos (SCF); agroquímicos y pesticidas; polímeros biodegradables; síntesis orgánica sustentable, etcétera. El curso incluyó, también, experimentos de laboratorio y visitas a dos plantas de industrias químicas donde los participantes podían observar *in situ* la aplicación de las normas de QV.

Con este formato se organizaron otros talleres de QV de alcance latinoamericano, a saber, en Bahía Blanca (2006), Corrientes (2007), Buenos Aires (2010), Santa Fe (2014) y Buenos Aires (2015). El último año que se contó con el auspicio de IANAS fue 2007; los talleres siguientes se limitaron a 3 días. Lamentablemente, ya no se consiguieron fondos para solventar pasajes internacionales; algunos profesores latinoamericanos pudieron obtener apoyos de sus instituciones. En el de 2015 pudieron participar once profesores uruguayos. Es interesante destacar que, aprovechando esta *expertise*, algunos Puntos Focales de países vecinos nos solicitaron organizar talleres de *Química Sustentable/Green Chemistry para profesores de enseñanza de nivel medio* en diversas localidades de Brasil, Bolivia, Chile y Uruguay. Este formato favoreció a más profesores del país organizador que los que hubieran podido capacitarse viajando a Argentina.

Otros dos eventos latinoamericanos sobre Educación en Ciencias tuvieron lugar en Buenos Aires, Argentina. El Symposium on Strategic Planning for Science Education, auspiciado por IANAS SEP, se realizó en noviembre de 2011. Durante el semestre previo tuvimos un trabajo productivo, vía e-mail, donde realizamos el Análisis FODA (SWAT) que completamos entre todos en el primer día; en los dos siguientes se organizó el Plan Estratégico para los próximos 3 años del IANAS SEP, identificando cinco áreas de interés, los coordinadores para cada una y los PF. Este Strategic Planning 2012-2014 se sometió a consideración de IANAS y se actualizó cada año.

El otro evento significativo fue el Simposio Enfoque Regional de Educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por Indagación, organizado en forma conjunta por ANCEF N y RELAB que tuvo lugar el 13 de noviembre de 2014, en el marco del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, que realizó la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). El Simposio tuvo como objetivo mostrar el compromiso de la comunidad científica de la región por mejorar la calidad de la educación en STEM, contribuir a la "cultura científica" promoviendo la convergencia con educadores, comunicadores y sociedad en general, y fortalecer la integración de la comunidad científico-educativa latinoamericana. Contó con el auspicio del MINCYT, la OEI, IANAS y UNESCO; participaron científicos y educadores de 23 países quienes, al final del Simposio, emitieron una Declaración de su compromiso con IBSE/STEM.

Argentina es un país muy extendido y con problemáticas diversas según la región. Por ese motivo desde hace varios años se han implementado Centros Pilotos en puntos estratégicos de diversas provincias, donde "facilitadores" formados en el Programa replican periódicamente talleres "HaCE" en sus respectivas escuelas y distritos escolares. Para ello, el Programa cuenta con el apoyo de graduados de universidades nacionales y de institutos terciarios y de profesores del nivel secundario en ejercicio en las provincias.

Antes de concluir, es menester destacar que el Programa no cuenta con apoyos financieros. Toda la labor realizada ha sido a título *ad-honorem* y es justo mencionar a los principales colaboradores desde sus inicios: Lic. Susana Palomino, Lic. Laura Melchiorre, Lic. Fabián Blanco, Lic. Clara Cabrera, Prof. María C. Condorelli, Prof. Marta Puiggioni, Prof. Laura Tarante, Prof. Paola González, Prof. Julieta Valdez, quienes con total vocación educativa han brindado sus esfuerzos y tiempo personal para la realización de los talleres del Programa, sumando también a todos los demás docentes que se fueron acercando paulatinamente.

Desde marzo de 2016 la ANCEF N está promoviendo el acercamiento de otras Academias Nacionales relacionadas con STEM. Luego de varias reuniones con las Academias de Educación, Ingeniería y Ciencias de Córdoba y de Buenos Aires, así como

de Agronomía y Veterinaria, la buena noticia es que se ha constituido un Comité Interacadémico de siete Academias Nacionales con el objetivo de promover la IBSE/STEM en los tres niveles educativos. Confiamos en que para 2017 se abre una nueva etapa para

el Programa donde la multiplicación de los esfuerzos, con el apoyo del Ministerio de Educación y Deportes y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, puede resultar en la implementación de ECBI en todas las escuelas y colegios del país.

3.11 El caso de Perú¹⁵

El Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (Programa-ECBI) para niños de Enseñanza Básica Regular, fue iniciado en el Perú por la Academia Nacional de Ciencias en 2004, con el auspicio de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (InterAmerican Network of Academies of Sciences - IANAS) que agrupa a las Academias de Ciencias de Canadá, Estados Unidos y México; Cuba, República Dominicana, Guatemala, Costa Rica y Nicaragua; Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela.

La metodología ECBI se fundamenta en el nuevo conocimiento sobre el proceso de aprendizaje a partir de la aplicación de la investigación y busca llevar a las aulas las habilidades y actitudes asociadas al quehacer científico. Al aplicar la metodología indagatoria, los niños exploran el mundo natural y esto los lleva a formular preguntas, encontrar explicaciones, someterlas a prueba y comunicar sus ideas a otros. El proceso es guiado por su propia curiosidad al tratar de comprender los fenómenos de su entorno.

El objetivo del Programa ECBI es generar, a través de la metodología de la indagación, la capacidad de explicarse el mundo que los rodea utilizando procedimientos propios de la ciencia, como herramienta para vivir y aprender por sí mismos.

Al comprender la importancia de este programa, la Academia Nacional de Ciencias del Perú (ANC-PE-RÚ) decidió adoptarlo en 2004, para lo cual encargó esta responsabilidad al académico titular Dr. César

Carranza, quien gestionó un convenio de colaboración con la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), universidad de la que es profesor emérito, fijando como prioridad la selección de jóvenes profesores universitarios: matemáticos, biólogos, físicos y químicos (doctores o magíster), interesados en la enseñanza secundaria y primaria, con el fin de prepararlos en la metodología ECBI en los países de América que ya la habían adoptado antes de 2004.

En diciembre de 2004 se formó el Grupo ECBI-Perú en la PUCP dirigido por el Dr. César Carranza e integrado por jóvenes profesionales de las áreas de Matemática (Mag. Rosa Cardoso, Mag. Alex Molina y Mag. Mariano González), Biología (Ph.D. María Elena González y Mag. Ruth Zelada), Física (Mag. Hugo Medina y Mag. Hernán Montes) y Química (Dr. Maynard Kong y Mag. Esther Vadillo), quienes se capacitaron en la metodología ECBI en Chile, Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia, para luego diseminar el conocimiento adquirido realizando jornadas, cursos y reuniones a nivel nacional e internacional. Estas actividades han permitido capacitar profesores de educación primaria y secundaria a nivel nacional en el método de la indagación. Una de las metas alcanzadas por el grupo ha sido la formación de cuaternos en diversos centros educativos a nivel nacional.

Los cuaternos son grupos de trabajo conformados por un/a profesor/a del área de matemática, uno/a de biología, uno/a de física y uno/a de química capacitados en la metodología ECBI por el Grupo ECBI-Perú u otros grupos ECBI latinoamericanos. Existen dos tipos de cuaternos:

- a. Cuaterno Universitario: Encargado de organizar los talleres, cursos interamericanos y nacionales, así como la elaboración de los módulos de actividades, y

15. Relatores: **César Carranza**, Punto Focal de Perú, Miembro de la Academia de Ciencias del Perú, Profesor Emérito de la Pontificia Universidad Católica, y **María Elena González Romero**, profesora de la Universidad de San Marcos.

- b. Cuaderno Secundario: Encargado de enseñar los módulos a los profesores de educación primaria y asesorar, de manera presencial, a éstos en el desarrollo de sus clases modelo. Ambos cuadernos están en contacto permanente con el cuaderno universitario ECBI-PUCP. Cabe mencionar que se establece una estrecha relación entre los Cuadernos universitarios y los Cuadernos secundarios de la misma región, con el fin de que los primeros asesoren permanentemente a los segundos en los aspectos científicos y metodológicos. En el caso de que en una región no existan cuadernos secundarios, la asesoría a ellos se hace directamente vía electrónica, desde Lima, por el Cuaderno universitario ECBI-PUCP. La modalidad de trabajo consiste en reunir a los cuadernos universitarios y decidir la elección de temas que pueden ser enseñados a los niños de los seis grados de educación primaria y cinco años de secundaria, siguiendo el orden en que ellos figuran dentro del currículo oficial del Ministerio de Educación (MINEDU). Una vez decididos los temas, se sugieren los módulos publicados en otros países y se adecúan al contexto peruano. En caso de que no existan módulos publicados en el tema, el grupo ECBI-Perú, junto con los cuadernos universitarios y secundarios, diseñan y escriben nuevos módulos. Así, también, se ofrece un curso de una semana (40 horas), al cual acceden miembros de los Cuadernos de profesores secundarios y maestros primarios detectados por su habilidad y compromiso para aplicar los módulos en sus respectivas aulas. La temática del curso incluye la presentación de los módulos del proyecto ECBI-Perú en cada una de las áreas de ciencias básicas poniendo especial énfasis en la metodología y en el significado de los conceptos científicos que intervienen en los mismos, la explicación de los lineamientos básicos que sigue el método de la indagación y, por consiguiente, la metodología ECBI y, finalmente, la exposición de los objetivos, trabajos realizados y metas logradas por el Grupo ECBI-Perú y cuadernos a nivel nacional por parte del Dr. César Carranza.

A partir de 2006 se organizaron múltiples Cursos Interamericanos desarrollados por el Grupo ECBI-Pe-

rú para la capacitación de profesores de educación primaria y secundaria tanto de Perú como de otros países.

El apoyo recibido por IANAS y otras fuentes de apoyo

IANAS ha actuado como auspiciador de las actividades del Grupo ECBI-Perú de manera fundamental a través de la ANC-Perú. Así también hemos recibido el apoyo constante de la PUCP, el cual se fundamenta en la firma de un convenio entre la ACN y esta casa de estudios, permitiendo la participación de sus científicos y de sus horas de trabajo en el proyecto ECBI-Perú. El aporte de la PUCP radica en permitir el uso de sus salones de clases, auditorios y centros de computación en los talleres, jornadas y clases dictados por el grupo ECBI-Perú a los profesores de colegio y profesionales de otras universidades nacionales.

Igualmente, el apoyo monetario del Ministerio de Educación del Perú a la Academia Nacional de Ciencias consta de una donación anual de \$32,284.10 dólares (S/.100 000 nuevos soles) anuales, de los cuales \$7,766 dólares (S/.25 725 nuevos soles) se destinan al proyecto ECBI-Perú.

La producción de materiales originales

El grupo ECBI-Perú ha desarrollado un aporte bibliográfico constante a manera de actividades científicas diseñadas por nuestros científicos investigadores, el cual se espera publicar a manera de un cuaderno de actividades el presente año. Las actividades mencionadas presentan como característica común la aplicación de la matemática en temas biológicos, químicos y/o físicos actuales, así como el uso de la metodología ECBI en su diseño.

Por consiguiente, el trabajo de los científicos ECBI en el aula ha dado como resultado la publicación de trabajos de investigación y presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Éste es el caso de "La Metodología de la Indagación para la Educación Científica de Escolares", presentada en el Simposio de Ciencias y Tecnología para todos en el Siglo XXI desarrollado en Lima en 2006, cuyo autor principal es el Dr. Maynard Kong Moreno, miembro del grupo ECBI-Perú en el área de química. Este ar-

título trata sobre el reto de educar a los escolares en ciencias y fomentar en ellos la indagación. Asimismo, explica la metodología ECBI y las primeras actividades ECBI en nuestro país. Finaliza con la necesidad de un plan estratégico para su implementación masiva en el Perú.

La Mag. Rosa Cardoso, la Ph.D. María Elena González Romero y el Mag. Alex Molina presentaron el artículo titulado "La Indagación en las Clases de Matemáticas" ECBI-Perú – Academia Nacional de Ciencias del Perú (ANC). Este artículo es el resultado de las observaciones hechas en los talleres y jornadas ECBI, y describe los procesos que sigue el método de indagación en una clase donde se interrelacionan temas de biología y matemática.

Asimismo, se ha invitado a científicos peruanos reconocidos por sus investigaciones a nivel nacional e internacional a publicar sobre temas que involucren la megadiversidad peruana y la investigación hecha con base en ella. De este modo, el Ing. Agro. Alberto Salas, reconocido investigador peruano con más de 50 años de trayectoria en el estudio e identificación de la inmensa diversidad genética de las papas nativas peruanas, ha publicado el libro *Diversidad Andina: La Papa y sus parientes silvestres, fuente de alimentos para la humanidad* (Salas et al., 2014). La edición del libro fue auspiciada por la PUCP, el Centro Internacional de la Papa y la ANC del Perú. Aquí se describe la historia, distribución, diversidad genética de las papas cultivadas y variedades silvestres encontradas en el territorio peruano, así como su valor nutricional y propiedades anti-cancerígenas.

El Dr. Gustavo F. Gonzales, director del Círculo de Investigación en plantas con efecto en salud, de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, y estudio de las propiedades de la maca en la reproducción, fue invitado a escribir el libro *Maca: El milagro de los Andes*, publicado en 2014 con auspicio de la Academia Nacional de Ciencias y la PUCP.

Como parte del Segundo Curso Interamericano de Ciencias para Formadores de Profesores de Educación Primaria, realizado del 16 al 20 de febrero de 2009 en Lima, se publicaron los *Tópicos de Matemáticas para formadores de Profesores de Educación Primaria* y los *Tópicos de Geometría para Formadores de Profesores de Educación Primaria* (Carranza et al., 2009). Los autores, integrantes del Grupo

ECBI-Perú, son el Dr. César Carranza, la Mag. Rosa Cardoso Paredes, el Mag. Alex Molina Sotomayor y el Dr. Hernán Neciosup Puican. Este trabajo fue auspiciado por la OEA, IANAS y el Ministerio de Educación del Perú.

La Mag. Ruth Zelada (Biología) ha diseñado el libro titulado *La quinua*, el cual se encuentra actualmente en preparación. Finalmente, en el presente año, con donación del Ministerio de Educación a la ANC, se reimprimirá el libro titulado *Álgebra* (2015) de autoría del Dr. César Carranza. Este texto ha sido utilizado por varias generaciones a nivel universitario para la formación de matemáticos y capacitación de profesores de secundaria de la especialidad de matemática.

Impacto de la ECBI en el país

El principal impacto de la aplicación del método de indagación y, por consiguiente, de ECBI en el Perú, se observa en la mejora de la educación secundaria a nivel de ciencias básicas: química, física, biología y matemática, las cuales han sido relegadas por los diferentes programas educativos propuestos por los gobiernos peruanos en los últimos años. Las actividades ECBI propuestas, no sólo ayudan a integrar las diferentes áreas de las ciencias, sino que también despiertan el interés en la investigación científica tanto en niños como en adultos y fomentan el desarrollo de competencias, no sólo en ciencias básicas, sino también en el área de comunicación; principalmente impulsa la necesidad de mejorar la comprensión lectora de los niños como la de los docentes.

Por otro lado, se da un importante desarrollo de la creatividad de los niños y adolescentes, que es propia de la edad, la cual se ve positivamente canalizada por las actividades científicas desarrolladas en clase, dando lugar a nuevas preguntas y proyectos grupales, permitiendo el desarrollo científico del educando.

Actualmente, contamos con 895 profesionales, entre profesores y científicos a nivel nacional, quienes se encuentran en condiciones de impartir la metodología ECBI a otros profesionales de la educación y mantener el proceso multiplicador en sus respectivas regiones. Un claro ejemplo de ello es la formación de 6 cuadernos universitarios y 21 cuadernos de educación secundaria a nivel nacional. Esto, a su vez,

nos permitió establecer planes piloto para la capacitación de profesores de educación primaria, a través de los cuaternos de profesores secundarios formados en colegios estatales que cuentan con secciones de primaria y secundaria. Fueron ellos quienes identificaron profesores primarios del mismo cole-

gio, que contaban con compromiso y capacidad para participar en el proyecto. Escogidos estos últimos, los maestros primarios desarrollaron los módulos con los niños, bajo la dirección del Cuaterno de profesores secundarios, manteniéndose así el proceso multiplicador de la metodología ECBI.

3.12 El caso de Nicaragua¹⁶

Desde su fundación en 2009, la Academia de Ciencias de Nicaragua (ANC) ha venido impulsando diversas iniciativas internacionales como la ECBI en Nicaragua, en colaboración con organizaciones como la Red Global de Academias de Ciencias, la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) y, de forma muy particular, con expertos de la Academia Mexicana de Ciencias, de la Academia de Venezuela y de Costa Rica. De ahí que la ANC haya venido promoviendo entre los docentes en ciencias el desarrollo de la metodología indagatoria, a través del programa de Educación de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). Éste es uno de los instrumentos que, en el conjunto de procesos y acciones educativas, la ACN ofrece a los docentes en ciencias, con la finalidad de actualizar y profundizar sus conocimientos, perfeccionar su formación y desarrollo pedagógico, y contribuir de esta manera al proceso de modernización académica y al mejoramiento de la educación científica de Nicaragua.

En concreto, a través del programa ECBI se busca adiestrar a maestros en esta nueva metodología y generar en los alumnos la capacidad de explicarse el mundo que los rodea, utilizando procedimientos propios de la ciencia como herramienta para vivir y aprender por sí mismos.

El adiestramiento se realiza a través de talleres intensivos con un promedio de dos días de duración, impartidos por miembros de la ACN, con el apoyo de profesores extranjeros. En los talleres han participa-

do cientos de maestros de diversas escuelas del país. Esta colaboración e interés por el desarrollo del programa ECBI, expresa el compromiso de la comunidad científica con la educación de las mayorías y con los docentes, como sus actores fundamentales.

La metodología del programa ECBI desarrollada en los talleres parte de la importancia que tiene que los profesores y otros actores involucrados en el programa, aprendan de la misma forma que se espera enseñen a los niños y niñas, es decir, que los profesores y científicos se formen en la metodología indagatoria practicando la indagación.

En cuanto a la organización, generalmente los talleres se han desarrollado en grupos de no más de 25 docentes, para poder optimizar los recursos materiales y humanos del taller. Los cursos se suelen realizar en días consecutivos, contemplando dos momentos: en un primer momento se ofrece un marco general de lo que es la metodología indagatoria y se expone la necesidad de utilizarla para enseñar ciencias; en un segundo momento se procede al desarrollo de los talleres vivenciales en los que los docentes asumen el rol de estudiantes.

Los primeros acercamientos de la ACN con la metodología ECBI se dan en 2011, cuando impulsa de manera muy beligerante la participación de sus colaboradores en encuentros en los que se exponía la metodología indagatoria. La primera participación de un miembro de la ACN fue la del Dr. Rafael Lucio en el Seminario Latinoamericano, organizado por la Academia de Ciencias de Venezuela y realizado en Caracas con apoyo de la Embajada de Francia, cuando los países presentaron sus avances en relación al proceso de aplicación del Modelo de Enseñanza de las Ciencias. Este evento fue impulsado por las

16. Relator: Profesor **Jorge A. Huete-Pérez**, Vicepresidente de la Academia de Ciencias de Nicaragua y Vicerrector General de la Universidad Centroamericana (UCA).

Cuadro 1. Principales Actividades del Proyecto ECBI, edición Bluefields

Año	Mes	Día	Actividad
2014	Noviembre	12,13 y 14	Taller de facilitadores
	Diciembre	11	Reunión de seguimiento
2015	Enero	15	Reunión de asignación de tareas
	Febrero	6	Visita de preparación para el taller de reproducción
	Febrero	24,25 y 26	Taller de reproducción (con los docentes de 3ª a 6ª)
	Marzo	13	Reunión de preparación
	Marzo	20	Visita de estandarización del instrumento de revisión
	Abril	10	Reunión de revisión al proceso de seguimiento
	Abril	24	Visita de las tres reuniones. Unicef y SEAR, directores (en el Taller de Evaluación, Planificación y Capacitación Educativa (TEPCE)) y los facilitadores (en la delegación municipal)
	Mayo	9	Reunión de preparación de la evaluación
	Mayo	25 y 26	Taller de evaluación
Junio	15	Taller de evaluación laguna de perlas	

Academias de Ciencias de todo el mundo y apoyado por el Ministerio de Educación de Francia y por las Embajadas de Francia en el área.

Ese mismo año, por invitación de la Academia Mexicana de Ciencias, participaron delegados de la ACN en el Campamento para la Enseñanza de las Ciencias con Indagación, celebrado en agosto de 2011. La experiencia permitió un primer acercamiento de nuestros delegados con la metodología indagatoria y su familiarización con la dinámica vivencial propia de la formación sobre dicha metodología.

Estos mismos delegados participaron posteriormente (noviembre de 2011) en el Congreso "Enseñanza de las Ciencias" celebrado en México; además se adicionó al equipo el director de Fe y Alegría. Este Congreso permitió que los participantes conocieran el alcance y profundidad que la metodología había alcanzado en contextos cercanos.

El primer taller de capacitación sobre Educación de las Ciencias Basada en la Indagación en Nicaragua se celebró los días 12 y 13 de diciembre de 2012. La sede fue la Universidad Centroamericana (UCA) y se contó con la participación total de 43 talleristas divididos en dos grupos: uno de formadores (13) y otro de docentes de primaria (30). El taller contó con el apoyo de la Academia Mexicana de Ciencias.

El Primer diplomado en línea sobre la metodología indagatoria se inició el 3 de febrero de 2012 y fue impartido por la Academia Mexicana de Ciencias.

En esta primera oportunidad se logró la participación de ocho docentes nicaragüenses, de los cuales lamentablemente sólo cuatro lograron culminar el diplomado satisfactoriamente. Entre las causas del fracaso reconocemos el poco seguimiento que se dio por parte de la ACN a los participantes del diplomado.

El Segundo Taller presencial se realizó los días 29 y 30 de noviembre de 2012. Contó con la participación de 160 profesores y el apoyo de la Academia Mexicana de Ciencias. También se logró la participación de dos de los profesores nacionales, Liana Yuri y Pedro Menocal, que recibieron el diplomado en línea. Ellos contribuyeron con sus respectivos talleres "Separación de mezclas" y "Cambios de estado". El proyecto más grande en el que hasta ahora ha estado involucrada la ACN se desarrolló en 2014. Se trata del proyecto ECBI, edición Bluefields (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur). Fue apoyado por la UNICEF y se realizó en Coordinación con la Secretaría de Educación del Sistema de Educación Autónoma Regional (SEAR). El Cuadro 1 muestra algunas de las actividades relevantes de este proyecto.

Paralelo al desarrollo del programa ECBI Bluefields, en marzo de 2015 se hace una lista con 15 participantes para el diplomado en línea sobre la metodología indagatoria que imparte la Academia Mexicana de Ciencias, siendo ésta la segunda edición en la que participa Nicaragua. Sin embargo,

ninguno de los participantes pudo concluir el diplomado de forma satisfactoria. Entre las causas identificadas del fracaso en el diplomado están la falta de seguimiento a los participantes y el hecho de que los docentes no ven la necesidad inmediata de participar en el mismo.

Un taller que sería impartido en Nicaragua por dos académicos franceses expertos en metodología indagatoria a realizarse en octubre de 2015, resultó frustrado principalmente por dificultades para conseguir la participación del Ministerio de Educación de Nicaragua, el cual, aludiendo a situaciones de logística interna, no autoriza la participación de los docentes de colegios públicos en el taller. Ante ello, la cooperación francesa, encargada de la visita, desiste de sus intenciones de patrocinar la venida de los académicos a Nicaragua.

Este revés en la ejecución del taller en Nicaragua motivó que la ACN enviara a dos de nuestros colaboradores ECBI a participar del taller que se desarrolló en el vecino país, Costa Rica, por espacio de una semana (del 26 al 30 de octubre de 2015).

La primera lección que se ha aprendido de la experiencia del país en el programa ECBI es que, aunque con dificultades, es posible hacer avanzar hasta cierta medida la implementación de este programa internacional en Nicaragua. Como puede verse en este breve recorrido, la decidida gestión de la ACN

ha permitido conseguir algún financiamiento básico. Se han establecido algunas relaciones internacionales valiosas, particularmente con México, Venezuela y Francia, además de que se ha conseguido algún apoyo económico que la Asamblea Nacional de Nicaragua aprobó para la Academia.

Sin embargo, otra de las grandes lecciones aprendidas a lo largo de estos años es que la implementación del ECBI en Nicaragua no puede avanzar tan rápida y ampliamente como sería posible sin el apoyo del Ministerio de Educación del país. Hasta ahora no ha sido posible conseguirlo, a pesar de la insistencia de la ACN y otros actores para asociarlo e involucrarlo en el programa. Cabe indicar que la experiencia más grande del ECBI fue su versión de Bluefields, la cual contó con la debida coordinación con la Secretaría de Educación del Gobierno Regional Autónomo de la Costa Caribe Sur con sede en Bluefields.

Otra lección aprendida, a base de los fracasos en los diplomados virtuales que se coordinan con la Academia Mexicana de Ciencias, es que un programa como el ECBI requiere un seguimiento constante, permanente y sostenido que facilite superar los obstáculos y dificultades que surgen en la implementación de una innovación pedagógica. En casos como el de Nicaragua, ello se dificulta por la falta de un presupuesto básico que permita dicho seguimiento.

3.13 El caso de Guatemala¹⁷

El programa Las Ciencias en la Escuela surge con grandes esfuerzos en 2009 en Guatemala por iniciativa de la Dra. María del Carmen Samayoa. Tiene la intención de implementar en las escuelas del país el programa de educación en ciencias empleando la metodología ECBI. Este programa ha tenido el apoyo del programa La Ciencia en tu Escuela que coordina la Academia Mexicana de Ciencias y tiene actualmente un convenio con el Ministerio de Educación,

la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología y la Academia de Ciencias Médicas Físicas y Naturales de Guatemala.

La educación primaria en Guatemala es obligatoria desde 2012. En general consiste en un año de preescolar, seis años de primaria y cinco años de secundaria para después ingresar a la universidad.

Nuestro plan nacional de estudios de ciencias y matemáticas abarca desde el nivel de preescolar hasta el último año de escuela secundaria y, sin embargo, los programas de ciencias de los años séptimo a noveno son una mezcla de varias cosas diferentes que van desde el estudio de la tierra a la física, y termina con las ciencias de la vida. Se supo-

17. Relatora: **María del Carmen Samayoa**, Punto Focal de Guatemala, Presidenta de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala.

ne que la ECBI se incluye en las técnicas que utilizan los maestros en el salón de clases y en todas las demás materias del plan nacional de estudios, aunque los maestros todavía no cuentan con capacitación sobre el uso de la indagación en clase.

En noviembre de 2008 se firmó un acuerdo de cooperación entre el Ministerio de Educación, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología y la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala para poner en marcha el programa "La Ciencia en la Escuela". Se firmaron algunas extensiones para llevar a cabo el programa hasta 2016. Actualmente nos encontramos en el proceso de firmar una extensión de cuatro años (hasta 2020).

El proyecto denominado "Ciencia en la Escuela" tiene como objetivo principal la cooperación con el Ministerio de Educación en la formación de docentes en la ECBI. El programa de un año consta de ocho módulos cuyos contenidos se adaptan al Plan de Estudios Nacional.

Cada una de las tres partes es responsable de temas diferentes. El Ministerio de Educación selecciona principalmente a escuelas en las que el programa será puesto en práctica. La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) co-financia el proyecto y se encarga de la producción de los materiales. La Academia coordina el apoyo internacional y entrega los materiales necesarios para la ejecución del proyecto con la metodología mencionada al Ministerio de Educación.

Todos los años, 60 maestros del mismo número de escuelas se unen al proyecto y se proporcionan, revisan y validan los materiales educativos necesarios para poner en práctica el Plan Nacional de Estudios en el área de ciencias naturales y tecnología.

Algunos de los objetivos del programa consisten en apoyar al Ministerio de Educación para que incluya la tecnología en la enseñanza de las ciencias mediante el uso de la metodología ECBI en el plan de estudios. Debemos ofrecer a los maestros un programa flexible que refleje las tendencias pedagógicas actuales.

Empezamos con el primer grupo de 20 maestros que pusieron en práctica el programa mexicano La Ciencia en tu Escuela. Al trabajar en esto, nos dimos cuenta de la falta de conocimiento de nuestros maestros en el campo de la ciencia, lo que dio lugar a que dedicáramos una de nuestras horas de taller es-

pecíficamente a la enseñanza de la materia de ciencias, y el resto de la otra hora se utilizó para ayudarles a entender el sistema de la ECBI. Las reuniones se llevaron a cabo dos veces al mes con facilitadores voluntarios. Intentamos enterarnos de sus conocimientos previos al comienzo de cada sesión para poder conducir la clase de la mejor forma. Al término de la capacitación, el coordinador del programa visitaba las diferentes instituciones para evaluar y reevaluar a los maestros durante la puesta en práctica de la metodología. Al final del año, realizamos un taller de cierre en el que los estudiantes hicieron uso de todas las técnicas que habían aprendido.

La evaluación de los módulos ha cambiado: al principio sólo teníamos una al final de los 10 meses de trabajo; el segundo año introdujimos una prueba de diagnóstico y una evaluación final; el tercer año tuvimos una evaluación al final de cada módulo y, ahora, se realiza una evaluación al final de cada clase. El nivel de conocimiento de los maestros ha mejorado con este sistema. No se ha llevado a cabo ningún seguimiento desde que se decidió que eso fuera responsabilidad del Ministerio de Educación y este último no lo ha hecho tampoco.

Guatemala ha participado en varios talleres en México, Perú, Canadá, Brasil, Reino Unido y Venezuela.

El programa OEA/FEMCIDI brindó su apoyo durante los dos primeros años del programa y esto ha hecho posible contar con expertos de países como Chile, Colombia y México que han impartido diferentes talleres. Después de esto, todos los expertos que han venido a Guatemala fueron recibidos por su propia Academia (especialmente por la Academia Mexicana de Ciencias) o por el propio programa.

La Red Mundial de Academias de Ciencias y IANAS se encargan de que la idea central tenga cabida en las reuniones anuales. También contamos con el apoyo de una empresa privada de Guatemala y de UNESCO. Debemos ampliar nuestra plantilla de patrocinadores y continuar con el programa, ya que Guatemala ha decidido participar voluntariamente en el programa de IANAS mediante la realización de extraordinarios esfuerzos para mantener a los maestros informados y capacitados en la metodología ECBI.

Tenemos la intención de continuar realizando los talleres al final de cada año y poder contar con la

participación de todos los maestros que han obtenido su diploma en los últimos años con la ayuda de expertos mexicanos. **Lo que hemos logrado hasta la fecha nos motiva a seguir adelante para el beneficio de los niños guatemaltecos.**

Nos gustaría que la Universidad Nacional de Guatemala avalara el certificado de “La Ciencia en la Escuela” como parte de su programa de Educación Continua, lo que brindaría un valor añadido a los participantes.

3.14 El caso de Bolivia¹⁸

Breve historia

La participación de Bolivia en el Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) se inicia con la invitación al Presidente de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB) a participar en el Taller de Planificación Estratégica en Santiago en noviembre de 2004, delegando a la presidenta de la Organización Boliviana de Mujeres en Ciencia (OBMC) que asista en su representación. A su retorno, la delegada informa al presidente de la Academia sobre lo acontecido en el Taller y acerca del Programa ECBI, su origen y desarrollo en algunos países. A partir de esta información, se acuerda una agenda de trabajo para la gestión 2005.

A inicios de ese año, la presidenta de la OBMC socializa la información y materiales del taller de planificación estratégica con investigadoras en ciencias de la OBMC, quienes le manifiestan su interés en participar activamente en el programa. A finales del primer semestre se organiza el equipo ECBI-Bolivia y se designa a la presidenta de la OBMC como Coordinadora del Programa ECBI y Punto Focal de SEP-IA-NAS. La OBMC tiene capítulos en cinco ciudades de país, situación que favorece la futura extensión del programa.

Se propone como actividad principal de la gestión el estudio y análisis del programa. La participación de la coordinadora en reuniones de Puntos Focales favorece este propósito, por la posibilidad de profundizar en aspectos base del programa y por

la oportunidad de acceder a algunos módulos de ciencias y material de experimentación para el nivel primario.

En 2006, el equipo ECBI-Bolivia pasa a la segunda etapa en la que se enfatiza la revisión, análisis y discusión de la metodología y de los módulos. Se elabora un plan de acción a desarrollarse en dos momentos:

Primer momento: Se validan los módulos con grupos de niños en dos escuelas urbanas; tanto las maestras como los niños participantes muestran una gran motivación e interés con las actividades de indagación.

A partir de esta positiva experiencia se programan reuniones para la revisión, análisis, interpretación y posibilidades de adaptación del material (módulos de ciencias) al contexto y al currículo escolar; para este propósito se organizan grupos interdisciplinarios por módulos.

Segundo momento: Se invita a otros profesionales e investigadores en ciencias físico-químicas, en biología y medio ambiente para formar parte de los grupos interdisciplinarios. Se programa la presentación de resultados de los estudios de cada grupo al pleno de la OBMC.

En ambos momentos se cuenta con el apoyo y orientación didáctica de investigadoras en educación en ciencias. El plan de acción es aprobado por el Presidente de la ANCB.

Una vez desarrollado el plan de acción, y teniendo como base el material del programa y las nuevas aportaciones de los grupos, se elabora el proyecto del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación presentándolo al Presidente de la Acade-

18. Relatora: **Elsa Quiroga**, Punto Focal de Bolivia, Presidenta de la Organización Boliviana de Mujeres en Ciencias, Academia Nacional de Ciencias de Bolivia.

mía Nacional de Ciencias, quien aprueba el mismo, comprometiendo el apoyo administrativo y científico que se necesite. Se formaliza el Programa ECBI en Bolivia con el nombre "La Ciencia va a la Escuela". En octubre, el presidente de la academia y la coordinadora del programa presentan el proyecto a las autoridades del MEC; posteriormente son invitados para hacer una demostración de la metodología.

En noviembre se organiza un nuevo taller de planificación estratégica en Santiago al que asisten dos investigadoras en ciencias, una profesora de ciencias y la Directora Nacional de Educación Primaria del MEC.

Compromiso del Equipo ECBI-Bolivia

Desde sus inicios, las investigadoras de la OBMC y los investigadores invitados se identifican con el programa, desarrollando su compromiso con el mismo y su capacidad de trabajo en equipo. En forma conjunta asumen con entusiasmo y responsabilidad su compromiso de:

- Proporcionar a niños y niñas experiencias que les motiven a aprender ciencias y a potenciar sus habilidades.
- Apoyar a los maestros y maestras a facilitar los aprendizajes y a mejorar sus estrategias de enseñanza de las ciencias.
- Desarrollar acciones motivadoras que promuevan la formación de comunidades de aprendizaje.
- Involucrar a investigadoras(es) de áreas científicas para que faciliten la transferencia de métodos y procesos de la ciencia.
- Generar un clima de aprendizaje para que estudiantes, maestras(os) e investigadora(es) interactúen en las clases de ciencias.

Actividades desarrolladas en áreas específicas del Programa ECBI

Etapa I:

Las gestiones de 2007 a 2009 son de gran actividad de formación, difusión del programa y producción de materiales, para lo cual se cuenta con el apoyo de IANAS y el auspicio local del VICYT y de la ANCB. Des-

de su inicio, el equipo ECBI focaliza dos importantes áreas de desarrollo del programa, como son el **desarrollo profesional** y el **desarrollo de materiales**.

A. Desarrollo profesional:

Para el apoyo científico del área, se propone la organización de Talleres de Educación en Ciencias Basada en la Indagación, cuyos objetivos son:

- A.1 Formación de un equipo de monitores y monitoras científicas del Programa ECBI.
- A.2 Capacitación y formación de profesores guía para las maestras y maestros.
- A.3 Capacitación en la metodología de indagación a maestros y maestras de ciencias del nivel primario.

Para el logro de estos objetivos, se realizan cinco talleres latinoamericanos, dos en 2006 (uno por semestre), dos en 2007 (también uno por semestre) y uno en 2009 en el primer semestre; participan facilitadores extranjeros y nacionales de los proyectos ECBI de Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, Venezuela y Bolivia, así como de maestras y maestros de los países mencionados. Todos los talleres son realizados en ambientes de la ANCB.

Resultado de los cinco talleres latinoamericanos:

Logro de los objetivos A.1 y A.2

- » A.1 Formación de 50 monitoras(es) científicas(os), 34 nacionales y 16 extranjeros. Las monitoras científicas nacionales que se capacitaron son todas investigadoras en ciencias de distintas ciudades y capítulos de la OBMC; los otros monitores son investigadores invitados.
- » A.2 Formación de 25 profesores guía (20 nacionales y 5 extranjeros).

Durante las mismas gestiones se planifican talleres locales dirigidos al logro del objetivo A.3, realizándose para el efecto alrededor de 30 talleres de capacitación en la metodología de indagación para maestros y maestras de primaria y secundaria en distintas regiones y ciudades del país, donde la OBMC tiene capítulos, de modo que las investigadoras que participan del programa sean las facilitadoras de los talleres.

Resultado de los talleres locales:

Logro del objetivo A.3:

- » Apropiación paulatina de la metodología por parte de maestros y maestras.
- » Motivación por la elaboración de guías de aprendizaje.
- » Necesidad de reforzamiento en la adaptación de las experiencias de indagación por cursos y niveles.

En las gestiones 2008 y 2009, con el auspicio de IANAS, se organizan en algunos países actividades tales como pasantías en escuelas piloto, campamentos, cursos y talleres en Química y Biología, eventos en los que van participando monitoras(es) del equipo según sus áreas de especialidad.

B. Desarrollo de materiales:

En esta área de acción, el equipo de monitoras y monitores propone en una primera fase adaptar algunas guías de los módulos de ciencias del nivel primario y también los contenidos de algunos módulos en atención al contexto local.

En una segunda fase, se plantea elaborar:

- B.1 Guías de enseñanza de temas del currículo de ciencias naturales y matemática para uso de los maestros.
- B.2 Lecturas de información científica correspondientes a los temas de enseñanza.
- B.3 Guías de aprendizaje de los temas correspondientes a ciencias naturales y matemática para los niños y niñas. El conjunto de guías de aprendizaje correspondientes a un módulo, conforman los respectivos cuadernos de ciencias y de matemática.

Etapa II:

Las actividades desarrolladas en las gestiones de 2010 a 2012 mantienen la continuidad en la capacitación a profesores y producción de materiales correspondientes a las áreas de desarrollo profesional y desarrollo de materiales, realizando también actividades de extensión.

A. Desarrollo profesional

En las gestiones 2010 y 2011 se organizan nuevos cursos de química, biología y congresos de cien-

cias, actividades en las que participan monitoras(es) del equipo, integrándose en estas oportunidades a los profesores(as) guías; los contactos entre Puntos Focales facilitan dicha participación.

El compromiso de todos los participantes de estas actividades es compartir la nueva información y los nuevos aprendizajes en talleres internos para el equipo ECBI y en talleres locales de capacitación en ciencias naturales y matemática con enfoque indagatorio.

Se continúa con talleres de práctica de la metodología indagatoria en nuevos grupos de maestros y nuevas instituciones, entre éstas, la Universidad Salesiana, asociaciones de profesores de ciencias y asociaciones de colegios privados.

Con toda la experiencia y conocimientos adquiridos por el equipo de monitoras y monitores del programa ECBI como participantes activos en las diferentes actividades desde 2006, se propone elaborar un Proyecto a nivel de post-título para la formación de profesores guía en la aplicación de la metodología de indagación en el nivel primario. Para este propósito, y con el apoyo de la ANCB y la OBMC, a inicios del 2010 se acuerda con la Universidad La Salle el desarrollo de cursos de post-título en el segundo semestre del mismo año y en el siguiente 2011. Las(os) monitoras(es) científicas(os) del equipo ECBI se reúnen por grupos interdisciplinarios para trabajar en la producción de nuevos módulos para el nuevo proyecto.

Resultados de los cursos de post-título del 2010 y 2011:

- » Formación de 40 profesores guía con capacidad para:
 - Enseñar ciencias naturales y matemática con base en la indagación.
 - Adaptar las experiencias de indagación a diferentes grados del nivel primario.
 - Elaborar sus propias guías de indagación.
 - Acompañar en aula a los maestros y maestras de primaria y formar equipos de trabajo.

A inicios de la gestión 2012, algunos de los profesores-guía solicitan al equipo ECBI visitar sus escuelas a fin de realizar observaciones en aula y apoyarles en la aplicación de la metodología en las clases de ciencias. Esta situación crea la oportunidad de hacer observaciones *in situ*, efectuar los correspondientes reforzamientos también *in situ*, hacer acompañamiento

y trabajar en forma conjunta con los profesores en la planificación de las actividades de indagación. Por su parte, los profesores guía tienen la oportunidad de practicar cómo hacer la observación en aula y cómo hacer el acompañamiento a los maestros y maestras de su escuela.

Programa La Ciencia en tu Escuela:

El 2012, profesores(as)-guía y monitores(as) del programa participan en el diplomado virtual La Ciencia en tu Escuela para el nivel primario. El programa es promovido y organizado por la Academia Mexicana de Ciencias. El acuerdo firmado entre nuestras academias facilita dicha participación y un grupo de diez profesores recibe los certificados del diplomado. Esta situación motiva a otros monitores y profesores a participar de nuevos cursos del diplomado.

B. Desarrollo de materiales

Apoyando la realización del proyecto de los cursos de post-título programados para 2010 y 2011, dirigidos a la formación de profesores guía en una primera fase, y atendiendo a las necesidades curriculares, se adaptan algunos módulos de ciencias del nivel primario, como los que corresponden a Química, Física y Ciencias.

En una segunda fase, y atendiendo a las necesidades del contexto, los grupos interdisciplinarios desarrollan nuevos módulos, entre los que se encuentran la Teoría de Indagación, Bio-ciencias, Evolución, Matemática y Salud y Nutrición.

En una tercera fase, y a partir del interés de maestros y profesores guía por tener acceso a más material informativo tanto a nivel teórico como experimental, nos proponemos elaborar una "Guía de experimentos en Ciencias Naturales y Matemática para el nivel primario", el mismo que con recursos propios se imprime a finales de 2011 con un total de 500 ejemplares.

C. Extensión del programa

Se centra en la presentación del programa y la difusión de todo el material impreso (módulos, textos, guías), CDs, material viso-táctil y digital en diferentes ámbitos y eventos educativos.

Primera Etapa: 2009 y 2010

- La ANCB, la OBMC y el Proyecto ECBI son invitados por la Organización de Estados Americanos (OEA), a participar en la Feria del Día de las Américas el 14 de abril de 2009.
- El Proyecto ECBI es invitado a participar de la Primera Feria de Proyectos e Iniciativas Educativas, organizado por el Ministerio de Educación los días 30 y 31 de julio de 2010. En agosto se invita a la coordinadora del programa para una demostración de la metodología de indagación a técnicos de currículo de primaria y secundaria del MEC.
- El proyecto ECBI es invitado a participar de las Ferias de Proyectos Educativos organizados por el Municipio de La Paz, en las gestiones 2010 y 2011.

Segunda Etapa: 2011 y 2012

- Con el auspicio y apoyo del VICYT, la ANCB y la OBMC se realiza el Primer Encuentro Nacional de profesores y estudiantes del Programa "La Ciencia va a la Escuela" en la ciudad de Cochabamba los días 25 y 26 de noviembre de 2011. Se cuenta con el texto-memoria de los temas presentados en el Encuentro.
- Con el auspicio y apoyo de la ANCB y la OBMC, se continúa con los talleres de indagación, incluida la evaluación desde el enfoque indagatorio para profesores de los niveles primario y secundario.
- El 2012 se organizan cursos vacacionales de ciencias y matemáticas para niños y niñas de 4° a 6° grados del nivel primario en instalaciones de la ANCB.
- El mismo año, con el apoyo de la OBMC y del Equipo ECBI, se funda el Club de Ciencias para niños organizando excursiones científicas para los mismos. Un grupo de monitoras es responsable de este nuevo proyecto.

Tercera Etapa: 2013 a 2015 (extensión, investigación y producción)

- Se mantienen las actividades de capacitación a profesores de escuelas y colegios que solicitan de talleres de indagación y de evaluación en el modelo indagatorio.

- A partir del nuevo modelo educativo que promueve una educación socio-comunitaria y productiva, se refuerza en las guías de aprendizaje la dimensión productiva.
- Las nuevas experiencias de capacitación, el análisis y reflexión continuos de la estructura científico-didáctica del ciclo de indagación y las evidencias de aprendizaje impulsaron al equipo a reformular las fases del ciclo de indagación.
- En el proceso de estudio de las fases del ciclo, se focalizó en la importancia del desarrollo de procesos de pensamiento y en las evidencias de dichos procesos, así como en la relación entre las fases y las estrategias didácticas propias de cada una con capacidad de activar o gatillar procesos mentales.
- Capacidad de socializar las propias experiencias
- Seguimiento y acompañamiento en aula

En los estudiantes:

- Incremento de habilidades y desarrollo de actitudes científicas
- Independencia en el trabajo de aula. Desarrollo del lenguaje
- Planteo de diferentes alternativas de solución a problemas
- Formulación de nuevas predicciones. Expectativas de comprobación
- Trabajo en equipo y buen desempeño de roles

Es importante destacar algunas de las habilidades y actitudes de niños y maestras que trabajaron en la indagación un promedio de 3 años consecutivos:

El impacto del Programa ECBI

Traducido en los resultados de las dos áreas de acción del programa, el **desarrollo profesional** y el **desarrollo de materiales**, evidenciados a través de las observaciones en aula, las entrevistas, las producciones (guías y módulos), el incremento de habilidades y destrezas, el desarrollo de actitudes de apertura a la investigación, obtuvieron los siguientes logros por parte de cada grupo participante activo del programa:

En las(os) monitoras(es):

- Adaptación de las guías modelo y elaboración de nuevas guías (módulos)
- Aplicación de estrategias de capacitación
- Trabajo en equipo y compromiso con el programa (voluntariado)
- Capacidad de emprendimiento
- Capacidad productiva
- Seguimiento y acompañamiento en aula

En las(os) maestras(os) y profesores guía:

- Nivel de apropiación de la metodología y su aplicación en aula
- Adaptación de las guías al contexto de aula. Transferencia a otras áreas
- Elaboración de nuevas guías de indagación en temas del currículo escolar

Habilidades:

- Observar el todo y las partes
- Registrar y organizar la información
- Predecir lo que puede ocurrir
- Descubrir lo nuevo
- Comprobar sus predicciones, proponer nuevas estrategias
- Tomar decisiones
- Hacer diseños, dibujar el fenómeno o situación, manipular el equipo
- Formar nuevas imágenes mentales, resolver problemas
- Representar el conocimiento adquirido (mapas, esquemas)
- Elaborar síntesis, incrementar su vocabulario, su expresión oral y escrita

Actitudes:

- Ser observador(a), experimentar curiosidad
- Ser independiente, trabajar en equipo
- Estar listo(a) para la actividad, asumir compromisos
- Buscar información, compartir, disfrutar lo que hace

Estrategias de desarrollo del Programa

a) Favorables

- El auspicio y apoyo permanente del presidente de la Academia Nacional de Ciencias en el

desarrollo de todo el programa, así como en la difusión y en la organización de todas las actividades.

- La elaboración del Proyecto ECBI.
- El apoyo de IANAS y la comunicación continua entre los Puntos Focales.
- Los acuerdos de cooperación entre academias.
- La capacitación previa a las investigadoras en ciencias de la OBMC.
- El compromiso y trabajo de voluntariado de las Investigadoras de la OBMC, brazo operativo del programa en su rol de monitoras científicas.
- El uso permanente de las instalaciones y ambientes de la Academia de Ciencias para la realización de los talleres y cursos de capacitación.
- Los convenios con instituciones educativas, Universidades La Salle y Salesiana, Asociaciones de Profesores de Ciencias, Asociaciones de colegios privados, algunas organizaciones no gubernamentales como Cuna, Intervida, Visión Mundial, clases de demostración en escuelas, participaciones en Ferias de Proyectos Educativos.

b) Dificultades

- Limitaciones de tiempo para el seguimiento y acompañamiento
- Cambios en el equipo de monitoreo por licencias de estudios

Planes de actividades futuras

1. Acuerdos de fortalecimiento del Programa "La Ciencia va a la Escuela" con instituciones vinculadas a la educación para el desarrollo de actividades extra aula:
 - Museo de Historia Natural para visitas guiadas
 - Herbario Nacional para el desarrollo de experiencias didácticas
2. Continuación de los cursos y talleres de capacitación en la metodología de indagación con énfasis en los procesos mentales
3. Elaboración de un nuevo texto guía de experimentos en ciencias naturales y matemática para el nivel secundario
4. Acuerdos con universidades para cursos de post-grado en indagación

3.15 El caso de Cuba¹⁹

El caso de Cuba es muy peculiar y por eso lo hemos dejado al final. De los países latinoamericanos el que tiene una mejor educación es, sin lugar a dudas, Cuba. Es un caso peculiar donde se ocupan, además de la pedagogía y la divulgación, a fondo como veremos en el siguiente reporte.

En Cuba se desarrollan en años alternos dos grandes congresos internacionales: el de Pedagogía y el de Didáctica de las Ciencias, donde desde la Academia de Ciencias de Cuba se han ofrecido cursos pre-evento para centenares de maestros, no sólo de Cuba sino de otros países de la región en el tema de cómo enseñar ciencias y matemática fuera de la escuela. En el programa científico de estos congresos siempre hemos estado a cargo del Simposio de

Cultura Científica y Enseñanza de las Ciencias por Vías No Formales, integrando a los académicos (de una comisión fundada al efecto en el año 2010) y las experiencias de los mismos maestros, científicos, profesores universitarios y otras instituciones nacionales como son las Brigadas Técnicas Juveniles, periodistas y comunicadores de la ciencia y la tecnología en los medios y, como es natural, las experiencias desde los acuarios, los jardines botánicos, etcétera. La Revista *Juventud Técnica*, que imprime 20 mil ejemplares al mes ha sido una aliada en estos esfuerzos de motivar a los jóvenes con los temas científicos y les llega a los maestros en las escuelas.

El intercambio internacional ha sido importante para todas las actividades realizadas, sobre todo que en los Festivales Infanto-Juveniles de Ciencia y Tecnología se ha contado con el apoyo de la oficina de la UNESCO de La Habana. También fue importante un proyecto desarrollado por el intercambio Cuba-Ve-

19. Relator: **Óscar Álvarez Pomares**, Punto Focal de Cuba, Academia de Ciencias de Cuba.

nezuela, los años 2009-2010, denominado *Ciencia para el pueblo*, que nos permitió adquirir mini-planetarios y materiales para experiencias interactiva de bajo costo.

Más recientemente se participa en el Comité Regional de ICSU que tiene como prioridad la Enseñanza de la Matemática, y con ellos se realizó un Taller en La Habana en enero de 2015, con la participación de más de 200 maestros cubanos y contamos con las experiencias de La Ciencia en tu Escuela de México, la implantación de estándares o conceptos mínimos que deben conocer los maestros de Matemática según la experiencia chilena y la experiencia de una exitosa Olimpiada Pública de Matemática en Paraguay.

Del Programa de IANAS, Cuba se ha beneficiado sobre todo en el aprendizaje de novedosas experiencias de otros países y que hemos podido ir fomentando poco a poco. El apoyo de IANAS ha sido fundamental porque ha abierto para Cuba una ventana bien importante donde hemos podido de conjunto poner "manos a la obra" y hemos logrado integrar una verdadera red de expertos con la vocación y el compromiso ético y moral de mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias en la región.

IANAS ha sido una organización pionera y fundadora que focalizó certeramente desde el inicio que la Enseñanza de las Ciencias era un área clave y prioritaria, y que ha incentivado la transferencia de las técnicas ECBI, y más recientemente STEM, hacia los países con menos desarrollo en la región.

Para la Academia, la colaboración en el Programa de IANAS ha sido crucial. En Cuba las alianzas estratégicas y los apoyos fundamentales han sido la propia Academia de Ciencias, la Presidencia Nacional de las Brigadas Técnicas Juveniles, la Oficina de la UNESCO de La Habana, la Universidad de La Habana, el Gran Parque Metropolitano de La Habana y, desde el Ministerio de Educación, su Dirección de Ciencia y Técnica y la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona".

En el Grupo de Promoción de la Ciencia de la Academia de Ciencias de Cuba se han desarrollado materiales didácticos de bajo costo, con materiales desechables basándonos sobre todo en los juegos interactivos ideados y compartidos sin derechos de autor del científico indio Arvind Gupta, Premio de la TWAS de Popularización de la Ciencia 2011.

El Instituto Superior de Diseño Industrial, con un físico como líder, ha desarrollado prototipos de ciencia interactiva muy novedosos con diseños llamativos, y los llevan a las actividades que convocamos desde diferentes instituciones. La experiencia de los cohetes voladores, con botellas pet de refrescos, ha sido muy interesante pues con éstas y todos los demás juguetes interactivos se explican los fenómenos físicos.

También contamos con "La cajita de la Química" elaborada por una maestra que tiene una experiencia comunitaria con la química en la comunidad y en la cocina. Una experta en origamis también ofrece cursos de verano con el tema Los origamis y las ciencias, teniendo una participación muy demandada en los festivales que realizamos en parques y espacios abiertos. Las sociedades de Botánica, de Física, de Química, de Meteorología han sido muy proactivas y participativas en estos esfuerzos.

Aunque es preciso decir que la ECBI no está acuñada y adoptada en Cuba con esa denominación, como se observa en todas las acciones descritas y que parten de cumplir con los objetivos y acciones y acuerdos del Programa de IANAS, se han logrado impactos sobre todo en la forma de hacer, en el discurso, y se tiene una influencia en las visiones de maestros, metodólogos, directivos que participan en el perfeccionamiento del sistema de educación en Cuba. Desde las sociedades científicas, las universidades y el mismo Ministerio de Educación Superior se ha logrado que las direcciones de extensión universitaria también se apropien de estas vías de enseñar ciencias fuera de las aulas.

La Comisión de Cultura Científica y Enseñanza de la Ciencia de la Academia de Ciencias de Cuba y su Grupo de Promoción se fundaron tomando como referencia el Programa de IANAS.

En Cuba, el debate y los conocimientos sobre STEM y su metodología aún están a nivel de unos cuantos expertos y no se ha diseminado ni apropiado desde las entidades decisoras de la ciencia y la tecnología ni de la educación. Se ha comenzado un intercambio de experiencias muy primarias con otros países de la región.

Las Academias de Ciencias juegan un importante papel en las funciones de asesoría y consultoría al servicio de los gobiernos y la sociedad en materia de ciencia y tecnologías. Sin embargo, sólo recien-

temente se observa una voluntad y una convicción en muchos países de asignarles también la función de contribución al fomento y el avance de la ciencia y, para ello, enfocar también su trabajo hacia la formación científica y humanista de las nuevas generaciones.

Desde 1996, según el Decreto-Ley 163 que re-funda la Academia de Ciencias de Cuba, queda muy bien expresadas las atribuciones asociadas y perfectamente coherentes con los temas tratados en este libro. Este hecho llama la atención sobre la claridad de los directivos y científicos cubanos que redactaron este documento vislumbrando y expresando los conceptos y misiones que deben guiar el trabajo de las Academias. Mencionamos abajo el Artículo 3 por ser el de mayor interés:

Artículo 3. La Academia de Ciencias de Cuba para el cumplimiento de los objetivos que le vienen encomendados tendrá las atribuciones y funciones siguientes:

- a. Contribuir a la elevación del papel de la ciencia en la cultura nacional y a la difusión del método científico en la sociedad;
- b. Contribuir a la elevación del nivel científico-técnico del potencial humano del país, especialmente de las jóvenes generaciones;
- c. Desarrollar diversas formas de difusión de los avances de la ciencia nacional e internacional y promover que se introduzcan en la educación general y popular, a través de la coordinación con diferentes órganos, organismos y organizaciones y mediante el perfeccionamiento de los planes y programas del sistema nacional de educación;
- d. Promover actividades que estimulen las relaciones interdisciplinarias y el impulso al potencial de los territorios de menor desarrollo, con la participación de las sociedades científicas.

En mayo de 2010 se fundó el Grupo de Promoción de la Ciencia de la Academia de Ciencias de Cuba, precisamente para cumplir lo establecido en el Decreto-Ley 163 de 1996 y para contribuir a la elevación del nivel científico-técnico del potencial humano del país, especialmente de las jóvenes generaciones.

En el documento fundacional de la Comisión de la ACC para la Cultura Científica y la Enseñanza de las Ciencias se expresa claramente la necesidad de promover que los miembros de la academia y, en general, los científicos cubanos contribuyan a la calidad de la enseñanza.

Misión de la Comisión

Contribuir a lograr que la cultura científica de la población sea reconocida como un factor de bienestar humano, mediante la promoción de acciones de proyección nacional, a la vez que motivar a los estudiantes de enseñanza general para el aprendizaje de las ciencias, en colaboración con entidades académicas y otras cuya misión esté orientada principalmente a la formación de una cultura general e integral de niñas y niños, adolescentes y jóvenes.

Tarea principal de la Comisión

Elaborar con la mayor objetividad posible un proyecto de *Programa de Cultura Científica y la Enseñanza de las Ciencias* orientado a contribuir, con racionalidad y en la medida necesaria y factible, a que el potencial científico con que cuenta el país complementen de manera sistémica la labor que realizan diversas instituciones por elevar la cultura general integral de nuestro pueblo.

El Grupo de Promoción de la Academia de Ciencias de Cuba y la logística de todas las actividades que realiza son financiados con el presupuesto de la Academia, que no es suficiente, por supuesto, por lo que siempre hay que recurrir a fondos extras a través de proyectos o acciones con otras instituciones.

3.16 El caso de Ecuador²⁰

La Academia de Ciencias del Ecuador (ACE) se creó el 14 de febrero de 2013 con la aprobación de sus Estatutos y el beneplácito de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). Desde ese momento se han ido gestando varias iniciativas tanto en el ámbito nacional como a nivel internacional. En este último, una de las primeras iniciativas de sus seis miembros fundadores fue lograr la colaboración de la Red Inter-Americana de Academias de Ciencias (IANAS, por sus siglas en inglés) para la incorporación de los primeros 25 nuevos miembros el 19 de febrero de 2015. Esto significó que, a partir de esa fecha, la ACE estuvo mejor capacitada para intervenir en una forma proactiva con IANAS. Por ese motivo fue posible designar a los doctores Guillermo Paz-y-Miño-C y Avelina Espinosa como Punto Focal y participante, respectivamente, para que asistieran a la Reunión de Puntos Focales de la Educación en Ciencia de la IANAS, celebrada en la Ciudad de México los días 18 y 19 de junio de 2015. El mensaje transmitido a la ACE por parte de sus representantes fue: "primero, continuar con el diálogo con SENESCYT y fortalecer la buena relación ya existente, para así proyectarla hacia el Ministerio de Educación y al futuro... y, luego, liderar el tema de la "Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación" dentro de lo que es IANAS. Intuyo, basado en la dinámica de la reunión de México, que el Ecuador tiene mucho que ofrecer" (Paz-y-Miño-C, 2015).

Cabe anotar que la presentación del Dr. Guillermo Paz-y-Miño-C abordó el tema del uso de la Indagación en la Ciencia que utiliza el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC) en el Ecuador. No es claro para la ACE si la metodología Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI) es usada en una forma común dentro del sistema de educación ecuatoriano, aunque se menciona en el folleto del MINEDUC que se distribuyó en la reunión de IANAS (MINEDUC, 2012: 101), así como en otra publicación

del MINEDUC que representa una guía para la enseñanza (MINEDUC, 2012: 54), que refleja muchos, si no todos, de los aspectos de la ECBI. Es preocupante que no es fácil encontrar nuevos documentos que reflejen los adelantos en dichas esferas, lo que quizá significa que su implementación ha sido más lenta de lo que se quisiera por parte del MINEDUC.

Lastimosamente, ninguna de aquellas propuestas hechas a la ACE ha prosperado hasta el momento de la reciente participación del Ecuador en Santiago de los Caballeros, República Dominicana, los días 6 y 7 de octubre de 2016, en donde el Dr. Jaime F. Cárdenas García fue designado como Punto Focal por la ACE. La primera propuesta, porque no hubo iniciativas de parte de la ACE orientadas a involucrar a las instituciones gubernamentales del Ecuador; la segunda, porque quizás se sobrevaloró la capacidad de realizar tal liderazgo dentro de IANAS por parte de Ecuador, basándose en las experiencias ecuatorianas reflejadas en las dos publicaciones anteriormente referenciadas. No es claro para la ACE cuál es el alcance del desarrollo en el Ecuador relacionado con la enseñanza de Ciencias Básicas. Por otro lado, las Ciencias Básicas son casi inexistentes en las Instituciones de Educación Superior (IES) en el Ecuador, con el debido impacto en la preparación de los docentes en el primero y segundo niveles. Una reciente publicación sobre las Ciencias Básicas en el Ecuador anota que en 2014 apenas 55 personas se graduaron de las IES del país en todas las Ciencias Básicas (Cárdenas *et al.*, 2014: 27).

Este problema con la enseñanza de Ciencias Básicas se evidencia de forma contundente si se observa que la recién fundada Universidad Nacional de Educación (UNAE, 31 de marzo 2014), una de cuatro IES emblemáticas recién iniciadas por el actual Gobierno, no tiene departamentos de Ciencias Básicas que permitan al menos cumplir con la función básica de formar debidamente en estas áreas a docentes en los tres niveles de Educación Inicial, Educación General Básica y Bachillerato General Unificado que se imparten en el Ecuador. Además, después de dos años de operación, la UNAE tiene apenas alrededor de 200 estudiantes en su totalidad. Su programa de

20. Relator: **Jaime F. Cárdenas-García**, Punto Focal de Ecuador, Miembro de la Academia de Ciencias del Ecuador, University of Maryland –Baltimore County-USA.

Educación Básica se gesta con menciones en Matemáticas, Lengua y Literatura, y Educación General Básica. Esto indica, quizás, que no existe un interés de profesionalizar docentes en todas las ramas de las Ciencias Básicas. Por lo tanto, la falta de preocupación evidente en esta esfera probablemente afecta a la preparación de docentes en los tres niveles de Educación Inicial, Educación General Básica y Bachillerato General Unificado.

Es ahí en donde la cooperación de IANAS puede ser determinante por la extensa experiencia adquirida en muchos países latinoamericanos. La ACE tiene que empezar a demostrar de forma efectiva interés en el ECBI y su desarrollo en el Ecuador. Una forma de hacerlo inicialmente es desarrollar un Plan Estratégico que inicialmente incluya una búsqueda de la efectividad de los actuales planes de estudio ecuatorianos en el MINEDUC, y el papel que la ACE puede jugar dentro de esa realidad, con la colaboración y materiales existentes en IANAS.

3.17 El caso de la República Dominicana²¹

Desde el primer momento en que la Academia de Ciencias de la República Dominicana (ACRD) conoció las experiencias derivadas de la aplicación del Programa La Ciencia en tu Escuela, comprendió que se encontraba ante la presencia de un método de docencia y formación de profesores portador de todo el potencial para revolucionar el estudio de las ciencias en el país. Sorteando dificultades, desatención y falta de recursos, se ha ido abriendo paso institucional. Aunque en el último año las acciones han sido casi nulas, lo cierto es que el país se encuentra en una coyuntura educacional en la que se promueve la llamada Revolución Educativa que ofrece un escenario ideal para que se tome en cuenta la oferta de nuestra Academia de Ciencias con el respaldo de las instituciones afines de la región.

Estructura educativa

La República Dominicana ha estado confrontando serias limitaciones en su nivel educativo, originadas

Bibliografía

- Cárdenas García, J. F., Costa Vera, C., Naranjo Rubio, A., & Quezada Ochoa, R. (30 de mayo de 2014). *Una Propuesta Para Estimular las Ciencias Básicas Como Elemento Crítico del Desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el Ecuador*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263789044_Una_Propuesta_Para_Estimular_las_Ciencias_Basicas_Como_Elemento_Critico_del_Desarrollo_de_la_Ciencia_y_Tecnologia_en_el_Ecuador (accedido el 16 de octubre 2016).
- MINEDUC (2012). *Guía didáctica de estrategias prácticas para el desarrollo de la ciencia en Educación Inicial*. Quito, Ecuador.
- MINEDUC (2012). *Estándares de Calidad Educativa*. Quito, Ecuador.
- Paz-y-Miño-C, Guillermo. *Informe de la ACE sobre la reunión de Puntos Focales de la Educación en Ciencia* llevada a cabo en México, D.F., junio 18-19, 2015.

por una escasa asignación de recursos y por una atención insuficiente durante décadas. Fue en 1997, con la aprobación de la Ley General de Educación No. 66-97 –la cual sustituyó a la Ley 2909 de 1951–, que dio inicio un proceso de modernización y actualización, pero que no alcanzó una gran dinámica ni apoyo sino hasta 2012 con la llegada al Ejecutivo del presidente Danilo Medina, quien se comprometió a impulsar y desarrollar el sector. Conforme a la Ley, el sistema está regulado por el Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD) y en la Constitución se consagra el derecho a la educación de toda la ciudadanía.

En octubre de 2013, el Consejo Nacional de Educación (CNE) introdujo una importante modificación en lo que hasta ese momento era la Estructura del Sistema Educativo Dominicano para los niveles Inicial, Primario y Secundario, los cuales quedaron así: el Nivel Inicial duraría un año pre-primario; el Nivel Primario, desde primer grado hasta sexto inclusive, seis años; y el Nivel Secundario, desde séptimo hasta duodécimo, otros seis años. Esta nueva estructura se sustentó en:

21. Relator: **Eduardo Klinger Pevida**, Punto Focal, Academia de Ciencias de la República Dominicana.

- a. La importancia de hacer coincidir los niveles educativos con las etapas de desarrollo de los estudiantes,
- b. Las tendencias internacionales y la necesidad de facilitar la comparación de estadísticas y resultados educativos.

Con la nueva organización estructural en el Nivel Primario quedan incluidos los niños de 6 a 12 años, siendo la misma etapa que se denomina de "Operaciones Concretas". En el Nivel Secundario, conocido como de "Operaciones Formales" el órgano técnico del MINERD incluyó a la población adolescente de 13 a 18 años de edad. Con esta reorganización, el sistema educativo nacional queda equiparado a lo que prevalece en el mundo –hay que notar que las pruebas internacionales están diseñadas para la estructura de referencia.

La reestructuración incorporada requiere de una gradualidad en su aplicación en tanto se van reajustando los currículos correspondientes e, incluso, se introducen reformas en los programas de educación superior, de manera que los p^{er}sos de formación docente que se imparten en las Instituciones de Educación Superior (IES) se ajusten a la nueva estructura de edad. A la vez, se inició un proceso de Revisión y de Actualización Curricular con plazos definidos para cada nivel.

Ante las propias falencias que ha confrontado el sector educativo –en instalaciones, docentes y potencialidad de acceso en general–, además del nivel de pobreza en que ha estado más del 40% de la población, el Estado no ha tenido una política instrumental para hacer cumplir la obligatoriedad que fija la ley. Por su parte, la gratuidad centrada en la educación pública no había estado al alcance de todos en las diferentes regiones y las zonas más marginadas, situación que ha empezado a cambiar con el programa de construcción de miles de nuevas aulas iniciado en 2012.

Asimismo, la educación universitaria, regida por el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, de acuerdo con la Ley 139-01 cuenta con una universidad estatal –Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Primada de América– y más de 40 centros universitarios privados con programas de nivel técnico, de grado y postgrado, incluyendo institutos de estudios superiores con carreras de nivel técnico superior.

Asignación de recursos

En toda la región, la República Dominicana fue el país que menos invirtió en educación pública entre 1990 y 2010. En 2011, el total de lo invertido en educación –comprendiendo los colegios privados de educación preuniversitaria y los institutos superiores también privados– representó tan solo 4.4% del PIB. Ese nivel de inversión pública-privada en educación significó 24% menos del promedio que se invertía en gasto público y privado en los países latinoamericanos a finales del primer decenio del siglo XXI. En el país, hasta 2012, la proporción de gasto privado educativo en el contexto del gasto global del sector representaba la mayor proporción entre todas las naciones de América Latina.

Esto ha comenzado a cambiar desde que el Gobierno del período constitucional 2012-2016 ha estado cumpliendo con el mandato legislativo de asignar 4% del PIB a la educación, recursos que, en sus primeros tres años, se centraron en dotar al sector de la infraestructura física de la que carecía, expresado en la edificación de decenas de miles de aulas esparcidas en toda la geografía nacional. Del presupuesto de 2014 para actividades educativas, el Gobierno destinó a la educación básica RD\$ 105,980.3 millones (aproximadamente 2,400 millones de dólares a la tasa de cambio del momento), lo que equivalió a 97.1% de lo que se había presupuestado para el año (Dirección de Presupuesto).

Obviamente, la masividad del programa de construcción y las diversas tareas simultáneas que se emprenden han generado no pocas críticas y señalamientos de deficiencias que es de esperar que, en la medida que se avance, se vayan subsanando. Para la ACRD resulta estimulante que en los diseños constructivos de las nuevas escuelas se haya contemplado la dotación de laboratorios para el estudio de las ciencias.

Ciertamente, el MINERD, motivado por el fuerte apoyo estatal y presupuestario que está recibiendo en el marco de una creciente toma de conciencia social –amparado por una fuerte corriente de exigencias– sobre la urgencia de reformar el sistema educativo y promover el conocimiento científico, ha emprendido acciones para elevar la calidad de la docencia. Comenzando el año 2015, hizo público un programa orientado a captar estudiantes talentosos que estuviesen en disposición –mediante la asig-

nación de becas— de formarse como profesores en áreas de ciencias naturales, licenciándose en carreras afines.

Situación del estudio de asignaturas de ciencias en el país

Al empezar a trabajar con el Programa La Ciencia en la Escuela, al que la ACRD fue aproximada inicialmente gracias a la valiosa colaboración recibida de la Academia Mexicana de Ciencias, la misma se dio a la tarea de realizar un inventario primario, el estudio "Percepción de la Ciencia y la Tecnología en estudiantes de bachilleratos del DN y la provincia de Santo Domingo" en dos fases: de la situación del estudiantado en varias provincias del país, a saber, Distrito Nacional y el Gran Santo Domingo en la primera fase, y Monte Plata, Santiago Rodríguez, Hermanas Mirabal y Bahoruco en la segunda, para lo cual se contó con el auspicio de la UNESCO y fue ejecutada por la empresa Gallup Dominicana, S.A. (ACRD y UNESCO, 2013).

Aunque no abarcó a todo el país, el haber incluido a la ciudad capital y su entorno inmediato, así como a provincias clasificadas entre las más pobres de la nación, se puede considerar que el resultado es bastante representativo. Lo obtenido, efectivamente, no pudo ser más preocupante y decepcionante: desinformación, desinterés y muy escasa inclinación al estudio de carreras de ciencias.

Solo 5.8% reflejó como tema de su interés a la ciencia y la tecnología y posicionó a las profesiones de ciencias como las peor valoradas, arriba solo de la de los políticos. Más de 50% de los encuestados consideraron que esas carreras eran "para los ricos" porque, según 42%, "no se consigue trabajo con ellas", en tanto 21% dijo, además, que con ellas "no se gana dinero". La desmotivación derivada de una docencia de baja calidad queda explícita cuando, para 30%, esas carreras son "aburridas o muy aburridas". Sólo 8.8% de estudiantes del bachillerato en el Distrito Nacional y la provincia de Santo Domingo admitió tener interés en temas de ciencia y tecnología, aunque apenas 2.4% manifestó disposición a elegir una carrera "científica" como biología, química, meteorología o astronomía; sin embargo, únicamente 0.5% confesó aspirar a ser científico. Solo 1% se inclinó a estudiar biología, ninguno manifestó disposición a estudiar matemáticas como carrera univer-

sitaria, ni orientarse a las ciencias físicas o matemáticas (ACRD y UNESCO, 2013).

En el año 2013, de 80 estudiantes que se sometieron a examen de matemáticas —todos graduados de bachillerato con buenas notas— como requisito esencial para poder recibir becas para estudios en el extranjero, solo 29 lo aprobaron (*HOY*, 2013). En otras ocasiones el resultado no ha sido muy distinto.

Hay consenso nacional en considerar a la enseñanza de las ciencias como de "mala calidad". Un ex Ministro de Educación reconocía que "96.7 % de los estudiantes de los niveles de primaria y secundaria no aprueban los exámenes de Biología, Física, Química, Matemáticas y Lengua Española" (ACRD, 2013). Las consecuencias llegan a las universidades.

En la graduación de 2012 en la UASD, de un total de 2,981 graduandos, únicamente 12 procedían del área de ciencias: dos biólogos, ningún químico y ningún matemático. Imposible aspirar al desarrollo con esa estructura de formación de profesionales.

Un momento sumamente significativo que permitirá un diagnóstico (otro) sobre el estado de la educación nacional en un esquema comparable internacionalmente provendrá de la incorporación del país al Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) en el proceso de 2015, conjuntamente con otras 64 naciones participantes. Serán evaluados 2,400 estudiantes de 57 centros seleccionados en todo el territorio nacional. La Acción Empresarial por la Educación (EDUCA) estima que la incorporación a ese peritaje internacional es un paso significativo para la "constitución de una cultura de evaluación nacional" de acuerdo con lo previsto en el Pacto Nacional por la Reforma Educativa (*Diario Libre*, 2015: 21).

La Ciencia en la Escuela

El programa La Ciencia en la Escuela se centra en los niveles primarios y secundarios, y se orienta a promover un acompañamiento del cuerpo docente que imparte ciencias para contribuir a su desarrollo profesional y a la ejecución de un modelo pedagógico que interese a los alumnos y los incline al conocimiento científico y sus potencialidades en el mundo actual. El equipo de la ACRD tiene ese objetivo en su colimador, sabiendo que sin alcanzarlo no se saldrá del lastre actual, pues los bachilleres salen de las aulas sin habilidades elementales en temas básicos de las ciencias.

Desde 2007, la ACRD se incorporó al Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación y la Experiencia, conocido como Método ECBI (IBSE, por sus siglas en inglés), gracias a la generosa invitación de la Academia Mexicana de Ciencias para la firma de un convenio bilateral de cooperación para la aplicación de la ECBI en la República Dominicana, para lo cual ofreció una valiosa asistencia y contribución.

A ese impulso inicial se fueron incorporando otras colaboraciones relevantes en recursos técnicos, entrenamientos, asesorías e, incluso, módulos para laboratorios de aulas –la Academia Mexicana de Ciencias donó 30 laboratorios y Brasil otros 5–, por parte del Panel Global de Academias (IAP), la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) y el programa OEA/FEMCIDI. Estos dos últimos han financiado la participación de 24 expertos de alto nivel, sugeridos por IANAS, para efectuar talleres y conferencias para maestros y profesores dominicanos. Los expertos procedieron de las Academias de Ciencias de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela. La Academia Francesa de Ciencias ha cooperado con el entrenamiento para profesores y técnicos; de EUA también se recibió colaboración. Asimismo, ha cooperado el Ministerio de Educación de Chile.

Con mucho entusiasmo, la ACRD empezó a dar los pasos para poder generar un movimiento interno en el ámbito educativo que abriese caminos para la implementación del programa, no sin tener que sortear alguna que otra incredulidad, desinterés e insuficiente respaldo nacional. En febrero de 2009, la ACRD firmó un acuerdo de cooperación con el MINERD que permitió realizar acciones a un cierto nivel con el equipo técnico del Vice Ministerio de Gestión y Descentralización.

Posteriormente se conformó un Comité Nacional al que se integraron la universidad estatal (UASD), la privada Pedro Henríquez Ureña (INPHU), el Consejo Nacional de la Empresa Privada (CO-NEP) y el Instituto de Desarrollo y Salud Integral (INDESUI), una ONG con experiencia de trabajo en escuelas y entrenamiento para profesores.

Habiendo sido entrenados 262 profesores dominicanos por parte de especialistas mexicanos, se diseñó un Plan Piloto abarcando en su primera fase a diez escuelas públicas y dos liceos experimentales.

Con el respaldo del Comité Nacional de Apoyo, la ACRD logró que se impartieran en el país, en coordinación con varias academias de la región, seis ciclos de seminarios y talleres a los cuales asistieron 894 profesores y técnicos del MINERD. Se han graduado 19 docentes nacionales en el Diplomado a Distancia que imparte la Academia Mexicana de Ciencias, gracias a 25 becas concedidas en 2015.

Además de esos entrenamientos realizados en el país, otros 40 docentes y técnicos dominicanos procedentes tanto del MINERD como de universidades, y otros ocho miembros de la ACRD, participaron en entrenamientos y otras experiencias docentes en varios países donde también se está implementando la ECBI, a saber: México (40), Chile (3), Venezuela (1), Brasil (1), Argentina (1), EUA (1) y Francia (1).

Vencida la fase del Plan Piloto, otro conjunto de escuelas se incorporó al programa comprendiendo 14 de Santiago de los Caballeros –segunda ciudad más importante del país– y 12 de la provincia de San Cristóbal, colindante con la ciudad capital.

Asimismo, la ACRD envió un técnico a la Academia Mexicana de Ciencias en 2012 para que se entrenase en el manejo de Indágala –programa para la difusión de conocimientos e intercambios de experiencias entre las academias de ciencias de la región– para la participación de la República Dominicana.

Revolución educativa

Oficialmente, el gobierno del presidente Danilo Medina considera que el país está inmerso en una Revolución Educativa partiendo del hecho cierto de decisiones que no tienen antecedentes en la realidad histórica y política de la nación, como es el cumplimiento del mandato legal de asignar en el presupuesto nacional 4% del PIB para la educación preuniversitaria, lo que ha permitido la construcción de más de 10 mil aulas, empezando a resolver la crítica carencia de infraestructuras adecuadas para la enseñanza básica y secundaria en todo el país. Ello ha ido acompañado de acciones para garantizar el desayuno y almuerzo escolares –solucionando otra de las falencias que se desprende de los amplios sectores aún en situación de pobreza–, con lo cual se podrá ir introduciendo en toda la nación la Tanda Extendida (sesión de clases de 8 horas), en la cual ya participa casi 40% del alumnado diurno. A la vez se ha lanzado, con éxito, el programa de alfabetización

de adultos “Quisqueya Aprende Contigo” para erradicar el problema del analfabetismo, una de las grandes deudas sociales pendientes que afronta el país.

El MINERD se aboca ahora a invertir más recursos en la elevación de la calidad académica de los maestros y profesores, y en perfeccionar el proceso de formación de las nuevas generaciones de los mismos, de manera que se pueda insertar la educación del país entre los sistemas de referencia en el contexto regional por los niveles de calidad que muestre. La sociedad civil, coincidente con autoridades, considera vergonzante las bajas calificaciones que recibe el sistema de educación nacional en las evaluaciones internacionales.

En consecuencia, el propio presidente de la República ha asumido el compromiso con lo que ha calificado como “auténtica revolución educativa”, cuyo pivote lo centra en la promoción de la calidad. La prioridad que se le ha empezado a dar al desarrollo del sistema educativo nacional hizo posible desembocar, a principios de 2014, en la firma de un gran Pacto Nacional para la Reforma Educativa como expresión del consenso social acerca de cuál es el nivel educativo a que se aspira para el país. Así, dicho acuerdo se centra en tres grandes ejes: inclusión, calidad y pertinencia.

En verdad, no es posible ignorar ni disminuir el esfuerzo que se ha emprendido en pos de elevar la calidad de la docencia. En su Rendición de Cuentas ante el Congreso Nacional correspondiente a 2015, el presidente afirmaba que “de ahora en adelante nuestro objetivo principal debe ser la calidad de la enseñanza” para que cada una de las “ocho horas cuenta” y “se imparta una formación sólida, de calidad y adaptada a los nuevos tiempos”. Pareciera que efectivamente se ha tomado ese camino, toda vez que en 2014 se invirtieron 2,333 millones de pesos –unos 52.3 millones de dólares al cambio oficial del momento– para la formación del profesorado, monto realmente récord. Además, ese mismo año se viabilizó que 1,670 docentes cursaran estudios de postgrado y se espera que algo más de 5 mil se incorporen. También en 2014 se convocó a concursos por oposición para plazas de docentes, a los que se presentaron 17,226 aspirantes y siendo contratados solo 6,224. A los maestros se les otorgó el mayor aumento salarial en 15 años, como un esfuerzo para dignificar su función social.

En el marco de ese gran objetivo, los expertos del MINERD trabajan en el rediseño de currículos que se sustenten en el desarrollo de “habilidades y conocimientos para el desarrollo pleno del individuo”.

En esta positiva coyuntura nacional para el desarrollo de la educación, la Academia de Ciencias considera que es el momento para hacer sentir con fuerza su voz ante las instituciones, de manera que inserten en los planes los principios y objetivos contenidos en el Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación y la Experiencia (ECBI), para el rediseño en la formación profesoral.

Dada su concepción y diseño, además de tener como referencia los resultados obtenidos en un importante grupo de países que lo han instrumentado, del Programa se podrían inferir los objetivos clave requeridos con urgencia por la educación nacional y las metas de desarrollo. Una reforma integral del programa de formación docente estaría enriquecida con el reforzamiento de la capacitación en ciencias de los nuevos profesores y entrenamiento del cuerpo docente ya en ejercicio, de manera que estén en condiciones de estimular el conocimiento y el interés por el estudio de carreras científicas en etapas superiores entre los educandos de los niveles preuniversitarios.

El sistema nacional está urgido de potenciar la capacidad de comprensión de lecturas, el análisis individual, el trabajo en equipo e incentivar la curiosidad que se canalice hacia la formación de un espíritu innovador.

Aprovechamiento de la ACRD por la colaboración recibida y otras acciones emprendidas

Tan pronto se le ofreció a la ACRD la oportunidad de involucrarse en la aplicación del programa La Ciencia en tu Escuela por parte de la Academia Mexicana de Ciencias, no se le escapó el hecho de que estaba ante un proyecto de gran alcance y adoptó acciones institucionales y operacionales para obtener el mayor provecho del método, identificándolo como de un gran potencial para las necesidades del país. Incluso se creó una Comisión de Educación de la ACRD a la que se ha integrado un número significativo de miembros con el mayor interés de colaborar y generar acciones que coadyuven al proceso.

Se resumen los pasos dados y acciones emprendidas para la ejecución del programa de implementación en el país.

Resultados

- Se ha desarrollado este programa, hasta el momento, en 39 escuelas localizadas en cuatro provincias del país. La cantidad aproximada de profesores y técnicos capacitados es de 486
- Se han graduado 19 maestras de un Diplomado en Ciencias a distancia, de un año de duración, impartido por la Academia Mexicana de Ciencias.
- Cuarenta y ocho docentes, técnicos y académicos del MINERD, de las universidades UASD y UNPHU y de la ACRD han recibido entrenamientos y participado en actividades docentes y académicas en México, Venezuela, Argentina, Chile, Brasil, EUA y Francia.
- Se realizó una primera investigación o estudio en dos fases, acerca de la percepción de la ciencia y la tecnología en estudiantes del Distrito Nacional y el Gran Santo Domingo, así como en otras cuatro provincias (Monte Plata, Santiago Rodríguez, Hermanas Mirabal y Bahoruco), auspiciada por la Comisión de Ciencias Básicas y Tecnología de la ACRD y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a través de su oficina en La Habana, Cuba.
- La ACRD produjo dos boletines referentes al programa.
- El MINERD publicó un resumen del impacto ECBI en la revista *Letras de Educación*, en 2011, bajo la firma del Coordinador del programa ECBI dominicano en el MINERD.
- Un técnico de la ACRD fue integrado al equipo de trabajo de Indágala para que actúe como fuente de información para los profesores dominicanos con la finalidad de facilitarles el acceso a esa página web de divulgación de todo lo relativo al programa ECBI en la región.
- Un Primer Taller Nacional para Recomendaciones de Políticas de Ciencias y Tecnología para los Estudiantes de Bachillerato de la República Dominicana fue realizado en 2013, en la ACRD, auspiciado por la UNESCO.
- Han recibido entrenamiento en el Método ECBI 532 profesores, técnicos y académicos: 486 a nivel nacional y 46 en el exterior.

Resumen de los pasos institucionales dados por la ACRD como parte de la promoción del Programa ECBI y aquellas actividades en las que ha participado

Institucionales

- Conformación de un Comité Nacional integrado por la ACRD, la universidad estatal y una privada, una asociación empresarial y una ONG especializada (2008).
- Firma del Acuerdo Interinstitucional entre el Ministerio de Educación (MINERD) y la Academia de Ciencias de la República Dominicana (ACRD) (2009).
- Segunda firma del Convenio de Cooperación entre la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México y la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), con la Academia de Ciencias de la República Dominicana (ACRD) (2011).

Ejecutivas

- Taller organizado por la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela (2008).
- Congreso Internacional de Maestros, Profesionales, Escuelas, Primarias, en Chile (2008).
- Taller de capacitación. Programa "La Ciencia en tu Escuela", México (2009).
- 1er Ciclo de Talleres para el inicio del Programa "La Enseñanza de la Ciencia en la Escuela". Santo Domingo (2009).
- Entrenamiento "La Ciencia en tu Escuela". México (2009).
- Curso de formación de formadores en Enseñanza de las Ciencias por el Método de Indagación ECBI. Brasil (2009).
- Campamento "La Ciencia en tu Escuela", México (2009).
- II Ciclo de Talleres "La Enseñanza de la Ciencia en la Escuela", Santo Domingo (2009).
- 1er Congreso Latinoamericano de Profesores de Ciencias de Educación Básica. Chile (2009).
- III Ciclo de Talleres "La Enseñanza de la Ciencia en la Escuela", República Dominicana (2009).
- Puesta en circulación de los dos estudios sobre La Percepción de la Ciencia y la Tecnología en estudiantes del Distrito Nacional y el Gran Santo Domingo y en otras cuatro provincias: Monte Plata, Santiago Rodríguez, Hermanas Mirabal y Bahoruco (2010 y 2012).

- VII Reunión de Puntos Focales, Río de Janeiro, Brasil (2010).
- Taller Latinoamericano sobre Enseñanza de las Ciencias en el Nivel Secundario, y reunión de Puntos Focales. Buenos Aires, Argentina (2010).
- II Congreso Latinoamericano de Profesoras y Profesores de Ciencias de Educación Básica. Escuela, Ciencia y Ciudadanía. Chile (2010).
- IV Taller La Ciencia en la Escuela. República Dominicana (2011).
- Campamento de Verano, México (2011).
- II Congreso Internacional Paralelismo Educativo en la Ciencia en la Escuela. Entrega de certificados a los cursantes del diplomado a distancia que imparte la Academia Mexicana de Ciencias (2011).
- III Congreso Nacional y Latinoamericano de Profesoras y Profesores de Ciencias de Educación Básica. Chile (2011).
- Talleres de entrenamiento a maestros. República Dominicana (2011).
- Diplomado: Curso Opcional de Cómputo a Distancia: Writer Básico.
- Reunión de técnicos representantes de Indágal. México (2012).
- Talleres ECBI. República Dominicana (2012).
- Conferencia ECBI en Santiago de los Caballeros, República Dominicana (2013).
- Conferencia de introducción al Método ECBI. República Dominicana (2013).
- Taller Seguimiento a los resultados de los estudios sobre la percepción de la ciencia y la tecnología en estudiantes del bachillerato realizado por la Comisión de Ciencias Básicas y Tecnología de la ACRD y la UNESCO. República Dominicana (2013).

Rol de la Academia de Ciencias de la República Dominicana

Un sistema educativo es uno de los caminos ineludibles para que una sociedad avance hacia la reducción de las desigualdades sociales, contribuyendo a construir equidad acercando las metas de desarrollo. Los objetivos de la Estrategia Nacional de Desarrollo (END) hacia 2030 serán inalcanzables si no se dispone de una población con un contingente de profesionales en las especialidades de las ciencias básicas que puedan sustentar el desarrollo de los niveles de competitividad y la innovación propia.

Indudablemente, la elevación de la calidad de la docencia, especialmente de la preuniversitaria, es el más urgente desafío para una consecuente revolución educativa. Para ello, se requiere la evaluación del cuerpo docente con que se cuenta, así como su calificación y entrenamiento, y dotarlo de los instrumentos más modernos y comprobados internacionalmente para estimular y promover en el estudiantado el interés por la investigación. Con el movimiento que se ha desencadenado, y el horizonte que se pretende alcanzar, no se puede correr el riesgo de, al final, tener más de lo mismo. La Comisión de Educación de la ACRD está desarrollando un conjunto de acciones que han influido en el acercamiento de profesores y maestros al trabajo de la ACRD.

La ACRD, con más de 8 años trabajando en la promoción en el país del Método ECBI como instrumento de formación en ciencias basado en la promoción de la investigación, el manejo de laboratorios y otras experiencias con la que alumnos y profesores puedan interactuar, espera que se le reconozca un espacio para acompañar a las autoridades y otras entidades en la preparación de un nuevo esquema de formación docente y educativo en el que se tenga en cuenta el potencial del Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación y la Experiencia (ECBI), como método didáctico con un doble alcance complementarios entre sí: elevación en la calidad de la enseñanza de las ciencias y la motivación del estudiantado en las mismas, inclinándolo a la indagación.

Si la ACRD logra que se tomen en cuenta las bondades del ECBI, estaría haciendo un gran aporte a la educación de las materias científicas y, por ende, al futuro del país. Consecuentemente, aprovechando la coyuntura favorable, la ACRD pretende impulsar una ofensiva informativa de manera que el MINERD inserte dentro de sus planes de calificación y formación profesoral los principios de la ECBI, de manera que estemos formando realmente a los profesores de ciencias con las habilidades efectivas demostradas internacionalmente, especialmente en los niveles de educación primaria y media. La ACRD considera importante hacer comprender que dentro de las potencialidades del Método ECBI se encuentra la capacidad de entrenar a los docentes en un uso óptimo de los recursos disponibles e, incluso, de producir algunos –opción estratégica ante recursos siempre escasos que padecen las economías de los llamados países en desarrollo.

El programa Indágala es de gran relevancia, por lo que se debe reactivar y que todos los países de la región contribuyan a su actualización, extensión y profundización.

Indudablemente que el país se encuentra en una coyuntura especial de reformulación del sistema educativo donde se pone en el centro de atención la calidad de la docencia, lo cual brinda para la Academia de Ciencias de la República Dominicana una oportunidad excepcional para colaborar en la capacitación más pertinente del cuerpo docente de los niveles primarios y secundarios. Quizás ahora, como nunca antes, pudiera ser un momento de oro para que las instituciones académicas regionales e internacionales, que tan generosamente han estado colaborando y apoyando el trabajo en el país, retomen la iniciativa, ya que el punto donde se encuentra el proceso nacional puede resultar en un laboratorio de

impacto internacional. Hacia ahí apunta el trabajo de la ACRD.

Bibliografía

- Academia de Ciencias de la República Dominicana (2013). *El método de Enseñanza de las Ciencias Basado en la Indagación y la Experiencia (ECBI)*. Santo Domingo, Mayo de 2013.
- Academia de Ciencias de la República Dominicana y UNESCO (2013). *Informe del Taller Nacional para recomendaciones de políticas de ciencia y tecnología para los estudiantes de bachillerato de la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana, Octubre de 2013.
- Periódico *HOY*. Santo Domingo, 26 de mayo de 2013.
- Periódico *Diario Libre*, p. 21. Santo Domingo, 16 de marzo de 2015.

3.18 El caso de Uruguay²²

La Academia Nacional de Ciencias del Uruguay (ANCIU) fue creada en el año 2009 y tiene, entre sus cometidos, cooperar para conseguir el mejor nivel de enseñanza de las ciencias en todas las ramas de la educación. Se incorporó al trabajo en el Programa de Ciencias de IANAS en el año 2012, sumándose a los esfuerzos de esta organización por implementar la metodología ECBI en el continente americano.

Esta metodología no es desconocida en Uruguay, pero su aplicación a la enseñanza de las ciencias en los niveles primario y secundario ha sido escasa y esporádica. Es por ello que la ANCIU ha resuelto, en el año 2016, promover y auspiciar la utilización de la metodología ECBI, integrándola a sus acciones en el área de la enseñanza de las ciencias en el país.

La comunidad científica del Uruguay viene desarrollando desde tiempo atrás acciones de promoción de las ciencias, el dictado de cursos y talleres para docentes de primaria y secundaria y diversas actividades diseñadas para trabajo directo con alumnos de escuelas y liceos de todo el país. En muchos casos, si bien no se utiliza la metodología ECBI, se trata de acciones que pueden ser reformuladas, adaptándolas a ella. Se aprovechará así la experiencia existente en la actualidad.

En esta etapa inicial, la ANCIU promoverá esta metodología estableciendo contactos con autoridades nacionales de la educación, relacionándose con academias que tienen experiencias ya consolidadas y actores universitarios locales que están realizando actividades similares en las distintas disciplinas científicas. Mediante el auspicio dado a las actividades ECBI, pretende extender el uso de la metodología por medio de talleres dirigidos a educadores de los niveles primario y medio. En este aspecto, se entiende que el uso de herramientas online permitirá una inserción eficiente de la metodología, aprovechando los recursos disponibles en los propios establecimientos educativos del Uruguay.

22. Relator: **Eduardo Kremer**, Punto Focal de Uruguay, Miembro de Número de la Academia de Ciencias del Uruguay (ANCIU), Profesor Libre de Química Inorgánica, Facultad de Química, Universidad de la República (Montevideo, Uruguay).

El aprovechamiento de la tecnología facilita el acceso a materiales y contenidos

Propicia espacios donde la ECBI permite a los alumnos explicarse el mundo que los rodea.

The screenshot shows the Indágala website interface. At the top left is the logo 'Indágala' with the tagline 'Espacio para aprender y compartir ciencia'. To the right are navigation links: 'Acerca de Indágala', 'Disciplinas', 'Divulgación científica', and 'Noticias'. Further right is a search bar and a button for 'Ingreso colaboradores'. Below the navigation is a breadcrumb trail: 'Biología > Secundaria (13-15 años)'. The main content area features the title 'Prueba de Respiración' and metadata: 'Nivel: Secundaria (13-15 años) | Autor(es): Guerra Lopez, Angeles Patricia | País: Colombia | Fecha de publicación: 30/03/2014'. There are two sections: 'Material descargable' with a link to 'MÓDULO Energía carbono y VIDA2.doc' and 'energía_carbono_vida2.pdf', and 'Propósitos' with a graphic of various scientific icons like a DNA helix, a flask, a microscope, and a globe.

This screenshot shows the main navigation menu of the Indágala website. It features the same logo and tagline at the top left. To the right is a search bar and the 'Ingreso colaboradores' button. The main content area is a grid of navigation buttons: 'Acerca de Indágala', 'Video presentación', 'Disciplinas' (with sub-links for Biología, Química, Física, Geografía, and Historia), 'Divulgación científica', 'Países miembros', 'Sitios de interés', 'Noticias', and 'Redes Sociales'.

“Promover y difundir la información ECBI entre la comunidad científica y docentes de los diferentes países latinoamericanos”

Indágala: La página web del Programa ECBI¹

En 2007, el Convenio Andrés Bello firmó un acuerdo entre las Academias de Ciencias de Francia, Argentina, Brasil, Chile, Colombia y la Universidad de los Andes en Bogotá con el fin de crear un portal de Internet en español y portugués dedicado a la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria, destinado a los profesores de América Latina en apoyo a los programas de enseñanza indagatoria. Meses después se integran a este convenio las Academias de Ciencias de Bolivia, Costa Rica, México, Perú, Venezuela y la SENACYT de Panamá.

Este portal está concebido a imagen de su homólogo francés de *La main à la pâte*.

En 2009 se realiza la Reunión Anual de Indágala en Venezuela, donde se acordó que la Academia Mexicana de Ciencias, además de administrar y albergar el portal, haría una propuesta para rediseñarlo para su mejora.

Dos años después se firmó en México el Convenio Marco de Cooperación de Indágala por parte de las Academias de Ciencias y se conformó un Comité Académico-Técnico para que la Academia Mexicana de Ciencias desarrollara una propuesta nueva para el portal que se encargaría de promover y difundir la información ECBI entre la comunidad científica y docentes de los diferentes países latinoamericanos. Al año siguiente, la Academia Mexicana de Ciencias organizó en sus instalaciones la primera reunión de Técnicos de Indágala para capacitar a quienes esta-

rían a cargo de poner en la página los materiales generados en los diferentes países. Se preparó un primer manual operativo para el sitio web y, al término de esta reunión, la Academia Mexicana de Ciencias puso en línea el nuevo portal de Indágala.

Siguiendo con la política de la evaluación, se realizó una valoración del funcionamiento de la página, se detectó poco impacto entre la comunidad y se decidió hacer una evaluación externa para estudiar las causas. Esta evaluación estuvo a cargo del equipo de INFOTEC, un centro público de innovación y desarrollo tecnológico, adscrito al CONACYT de México. De manera simultánea, el equipo de La Ciencia en tu Escuela a Distancia hizo una evaluación interna a un año de haber lanzado el nuevo sitio oficialmente. Finalmente, en el mes de febrero de 2014, la Academia Mexicana de Ciencias organizó en sus instalaciones la primera reunión de Académicos y Técnicos de Indágala. En esa reunión se dieron a conocer los resultados de las evaluaciones interna y externa a las cuales el sitio web fue sometido, se realizó un trabajo intenso de análisis colectivo por parte de las diferentes Academias que estuvieron presentes y se dieron alternativas de mejora. La más significativa fue el rediseño del sitio.

En el mes de octubre de 2014, la Academia Mexicana de Ciencias presentó, en la reunión de Puntos Focales del Programa de Educación de IANAS en Lima Perú, el nuevo diseño del sitio y propuso la firma del convenio de colaboración que incluye las modificaciones que se habían sugerido en la reunión anterior.

1. **Carlos Bosch**, Punto Focal de México, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y profesor del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

Experimentar para desarrollar habilidades de pensamiento

Transformar el trabajo en el aula mediante la implementación de estrategias didácticas innovadoras, propiciar ambientes de aprendizaje diferentes y generar materiales educativos propios, es nuestro reto.



“Hacer que el Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación sea una realidad tangible”

Una mirada general a lo que se ha hecho¹

Es necesario comenzar diciendo que la intención del libro que se está presentando, en el que participan como autores la gran mayoría de los Puntos Focales del Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación, es tratar de compartir las experiencias vividas en las diferentes Academias de Ciencias de Latinoamérica desde el comienzo del programa hasta el presente. El mismo interés se tiene, por supuesto, en dejar plasmadas las ideas y el abordaje que se plantean las Academias de Ciencias de los países que están dando los primeros pasos para establecerlo.

Desde la creación de IANAS, siguiendo el espíritu del IAP, la educación en ciencias fue una de las principales preocupaciones. Como ya se ha reiterado, Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) fue uno de los tres programas que dieron inicio a la actividad de la Red. La alarma del IAP sobre la precariedad en la forma de enseñar la ciencia en la escuela primaria, aunada a experiencias exitosas en los EUA y en Francia, que eran conocidas por algunos de los fundadores de IANAS, fueron suficientes para que en Santiago de Chile todos los presidentes de las Academias participantes en el acto de creación

y puesta en marcha de la Red aceptaran, en nombre de sus Academias, de adscribirse al programa asumiendo el reto de hacer sus mejores esfuerzos para mejorar la educación en ciencia a través de la ECBI.

En ese momento, las Academias de Ciencias de México, Brasil, Colombia, Chile y Argentina ya tenían alguna experiencia en el tema. Líderes como los profesores Ernst Hamburger y Dieter Shield en Brasil, Jorge Allende en Chile, Carlos Bosch en México, sólo por citar algunos, tenían conocimiento de lo que estaba haciendo en Francia el programa *La main à la pâte* (LAMAP) y en los EUA el de educación que había nacido de la iniciativa del Dr. Leon Lederman y era soportado por el National Science Resources Center (NSRC) ubicado en el Smithsonian Institute. En otros países como Bolivia, Perú, Venezuela, Panamá y Guatemala, también se habían realizado algunos esfuerzos para el mejoramiento de la educación en ciencia, pero la primera experiencia sobre la metodología y la organización de un programa ECBI la tuvieron en octubre de 2004, cuando se seleccionó un equipo de docentes para asistir al *Taller Interamericano de Planificación Estratégica para Proyectos de Educación en Ciencias Basada en la Indagación*, organizado por IANAS en Santiago de Chile.

En este taller, en el que se insistió mucho en el significado de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación, asistió también la Dra. Sally Shuler, directora del NSRC, quien mostró, para la venta, el tipo de material que se usaba para la realización de los experimentos en el aula.

1. **Claudio Bifano**, Punto focal de Venezuela, Miembro de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Profesor de la Universidad Central de Venezuela. **Carlos Bosch** es Punto Focal de México, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y profesor del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

La realización del taller inclinó a varios países a seguir el modelo utilizado en los EUA de experimentación y seguimiento de los maestros en las clases de ciencia, entre ellos, las Academias de Ciencias de Chile, Brasil, Colombia, Panamá y Venezuela. Otras se mantuvieron más cercanas a *La main à la pâte* y México fue siempre partidario de la formación de maestros con buena preparación en ciencias, matemáticas y lenguaje, capaces de proyectar sus conocimientos en el aula de clase.

Tal vez podría decirse que el taller organizado por la Academia de Ciencias de Chile fue un punto de partida de la organización de un programa de mejoramiento de la enseñanza de la ciencia, bajo el esquema de la experimentación, en la región latinoamericana.

Hablamos de un programa latinoamericano y no continental debido a las diferencias sustanciales, tanto financieras como de preparación de los maestros, que existen entre los dos mayores de Norteamérica y los otros países del continente. Efectivamente, es evidente que en América pueden distinguirse tres grupos de Academias con diferentes niveles de experiencia en la educación en ciencia: el primero formado por Canadá, EUA, Brasil y México que son Academias de muchos miembros y disponen de una infraestructura sólida para su funcionamiento; un segundo grupo constituido por Chile, Argentina, Venezuela, Colombia y Perú, con Academias de número acotado de miembros y una infraestructura mucho menos consistente, y un tercer grupo formado por Academias de reciente creación y poca fortaleza económica y estructural. A pesar de que al principio no se consideró que estas diferencias pudieran incidir en el desarrollo de un programa regional, con el pasar del tiempo las realidades se hicieron patentes y hubo que aceptarlas.

Otra diferencia que se puso de manifiesto desde el comienzo fue el apoyo económico que el programa podía obtener del Gobierno. Desde el principio, las diferencias fueron visibles: mientras que la Academia de Chile, por ejemplo, disponía de un presupuesto proveniente del Estado que le permitía organizar el programa de manera muy holgada, o la de México que igualmente contaba con apoyo suficiente para formar maestros en buena parte del país, o la de Colombia que, gracias al convenio con la Universidad de Los Andes, también podía atender

un buen número de escuelas, para otras Academias resultaba complicado echar a andar el programa. No se podía pretender que en todos los países los programas pudieran ser financiados con fondos de IANAS, porque ésa no es su función, y de alguna manera quedaba en manos de las Academias buscar los fondos necesarios para ponerlo en marcha. Pero eso tampoco era sencillo. Las relaciones de las Academias con los gobiernos en turno o con instituciones privadas diferían de un país a otro. Quizá el ejemplo de Venezuela sea el más claro.

Por razones ideológicas, la orientación del Programa de Educación en Ciencias no coincide con la del Ministerio de Educación de ese país, por lo tanto, no era posible pensar que la Academia venezolana pudiera lograr un apoyo del Gobierno para desarrollar el programa. De manera que hubo que tomar dos decisiones: por una parte, la Academia tuvo la fortuna de encontrar en la Fundación Empresas Polar –una asociación privada– un valioso apoyo económico y mucho interés en desarrollar el programa, lo cual permitió su puesta en marcha; y, por otra, que había que acotar el número de escuelas que se podía atender. En efecto, no sólo por la inversión que significa sino por razones de legitimidad, no es una función de la Academia o de una empresa privada sino del Estado resolver el problema de la educación en ciencia en todo el país. Por eso se resolvió mantener el programa en una escala Piloto, con la intención de establecer de la mejor manera posible la metodología de la investigación para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia a nivel de la escuela primaria y presentarla, cuando fuera posible, a un nuevo Ministerio de Educación para extenderla a nivel nacional.

Otro asunto que ha influido en el mayor o menor éxito del programa es el apoyo que las Academias de Ciencias le han dado a los Puntos Focales. Ciertamente, a pesar de que las Academias se hayan comprometido con la implementación del programa, la responsabilidad de su ejecución recae fundamentalmente en el Punto Focal y no en la institución.

Uno de los mayores aciertos que han tenido las Academias es haber nombrado como Puntos Focales a académicos realmente interesados en la educación en ciencia que, con mucho entusiasmo, hacen lo posible para lograr que en su país mejore la enseñanza de la ciencia a nivel de la educación pri-

maria. Pero no todo depende de lo que ellos puedan hacer, sino más bien del apoyo que reciban de las Academias en la búsqueda de fondos y de relaciones que puedan ayudarles a establecer. Y eso en muchos casos ha resultado poco efectivo. No creemos exagerar si decimos que pareciera que el éxito del programa depende más de la persona encargada, el Punto Focal, que de la misma Academia. Eso es algo que habría que tratar de cambiar para realmente cumplir con el compromiso de adhesión al programa de IANAS.

Hay que recordar que en tiempos en que el Dr. Jorge Allende coordinaba el Programa en compañía del Dr. José Lozano se obtuvo un financiamiento de la OEA que sirvió para que se dictaran talleres y algunos cursos en diferentes países, pero es el único que se ha conseguido, más allá de lo que IANAS pueda ofrecer y distribuir de su presupuesto para el programa.

A la luz de lo expuesto se aprecia que el programa ha avanzado en cada país de acuerdo a sus posibilidades. La Academia de Ciencias de México ha mantenido su interés original de formar maestros; la del Perú ha orientado su interés al mejoramiento de profesores de matemáticas; la Academia chilena comenzó con entusiasmo a llevar el programa a muchas escuelas, pero se ha visto detenida por la disminución del financiamiento del Ministerio de Educación, aunque se espera que pueda superar esta situación, además de que está en proceso de llevar el programa a la educación media; la Academia de Ciencias de Argentina mantiene su orientación; la Academia Brasileña de Ciencias ha tomado la determinación de no continuar con el programa por razones internas; la Academia de Ciencias de Costa Rica está retomando el programa después de haber estado en manos del Ministerio de Educación; la de Venezuela continúa ampliando con prudencia su programa piloto con el apoyo de la empresa privada y se está dedicando más a la formación de maestros; el convenio de la Academia de Ciencia de Colombia con la Universidad de Los Andes ha concluido y está reactivando el programa; las Academias de Bolivia, Guatemala y República Dominicana siguen haciendo esfuerzos en la preparación de docentes de ciencia. Otras Academias, como la de Ecuador, Nicaragua, El Salvador, Honduras y El Caribe están comenzando apenas a desarrollar el programa.

No podemos, pues, decir que se haya logrado crear un programa Regional de Educación en Ciencias Basada en la Indagación y tal vez tampoco sea lo más acertado –eso es un punto a ser discutido a nivel de los Puntos Focales y el Comité Ejecutivo de IANAS–, pero sí se puede decir que a lo largo de diez años ha prosperado la idea de organizar actividades tendientes al mejoramiento de la enseñanza de la ciencia a nivel de primaria en varios países y que las Academias, según sus posibilidades, están apoyando la iniciativa a través de sus Puntos Focales.

En estas páginas hemos tratado de enfatizar la importancia de la educación en ciencia y, sobre todo, la necesidad que hay de poner en práctica una forma de enseñarla diferente a la que tradicionalmente se ha implementado.

Todos sabemos que la educación es un proceso de largo alcance que está siempre en discusión, ya que hay un convencimiento general de que ella es la base del progreso de las sociedades. Muchas reflexiones, propuestas y esfuerzos se han hecho para ofrecer a la juventud, desde la primera infancia, los mejores instrumentos y prácticas educativas, pero los resultados se ven siempre a largo plazo. Como se ha dicho desde el principio, las exigencias del mundo moderno imponen reforzar la componente de enseñanza de la ciencia en la educación primaria y en la media, y esto es lo que se está tratando de hacer en nuestros países con el Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación, que auspician IANAS, las Academias de Ciencias y, en mucho menor grado, los entes oficiales de educación. Es un hecho que la educación en nuestros países, con ilustres excepciones, es un asunto que hasta hace poco ha importado a los gobiernos y es por eso que esta reforma en la metodología y el énfasis que hay que hacer en el proceso educativo está siendo liderado por Academias de Ciencias, a veces a contrapelo con los intereses de algún Gobierno.

El objetivo que se persigue es, pues, muy ambicioso, ya que, además de los recursos económicos que requiere, implica un cambio de mentalidad casi radical de los docentes y sobre todo de las escuelas donde ellos se forman, de los entes oficiales de educación y hasta de la sociedad misma que frecuentemente manifiesta una muy escasa cultura científica. ECBI es un programa que difícilmente puede mostrar resultados impresionantes a corto plazo y

así se demuestra en los países que más han invertido en su implementación, contando, además, con una comunidad educativa con un respetable nivel de formación.

Lo que sí puede plantearse como un logro de cierta relevancia es que se haya aceptado de manera generalizada la importancia de esta nueva metodología en la educación primaria y en la media, y que las Academias de Ciencias de los países del continente se hayan comprometido a respaldarlo en la medida de sus posibilidades.

Como puede verse en los aportes de los Puntos Focales, el programa se ha venido desarrollando en los diferentes países con matices que lo caracterizan. Algunos han tratado de adoptar la metodología ECBI en su forma clásica, otros se han concentrado en la formación de docentes, otros más han puesto mayor énfasis en determinadas áreas de la ciencia; en fin, cada Punto Focal, con el apoyo que ha podido lograr de IANAS y de su Academia, ha hecho su tarea. Resalta, además, el apoyo que algunas Academias, por supuesto las de mayores recursos, han puesto a la disposición para la puesta en marcha de algunos programas.

En este punto pensamos que es válido plantear que, si bien el apoyo de las Academias le da un aval importante al programa y la orientación y el apoyo económico de IANAS son valores muy significativos, es oportuno recordar que el progreso del programa en cada país está en buena medida condicionado al compromiso que asuman las Academias de hacerlo cada vez más sólido y del respaldo local que reciban los Puntos Focales.

Lecciones aprendidas

Las lecciones recabadas a lo largo de más de diez años de funcionamiento del programa son varias.

1. La primera es, por supuesto, la necesidad de contar con docentes muy bien formados en ciencia que sean capaces de infundir en los niños el interés por la ciencia y que, a la vez, estén en capacidad de responder las preguntas que surgen en la clase.
Para esto es indispensable dedicar esfuerzos en la programación y elaboración de talleres de formación de formadores y docentes de aula. Una vía más expedita de formar maestros
2. La necesidad de contar con material didáctico ameno y, sobre todo, correctamente elaborado que puedan utilizar los docentes en las clases y cuadernos de laboratorio para que los niños anoten sus hipótesis, describan los experimentos y anoten sus conclusiones. Este material puede ser presentado en forma de módulos o de cualquier otra forma que parezca conveniente. Pero lo más importante es que sea de libre consulta en las páginas web de los diferentes programas y en la de Indágala, y su uso no esté sometido a más restricciones que la mención de su origen.
3. Los programas deben contar con un apoyo logístico básico que permita a los facilitadores poder desempeñar su trabajo en las escuelas, y las Academias de Ciencia de los países que forman parte del Programa están en la obligación de apoyar a los Puntos Focales en la consecución de los fondos. El éxito del programa depende del compromiso de las Academias como instituciones que han aceptado formar parte del mismo más que del Punto Focal. Éste es el coordinador de las actividades y el encargado de ponerlas a punto con el apoyo de su equipo.
4. El Comité Ejecutivo de IANAS tiene la responsabilidad de pedir cuenta a las Academias sobre el desarrollo de los programas nacionales.
5. Es cada vez más necesaria la incorporación de las matemáticas y el lenguaje en el desarrollo de los programas de la Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Más que nunca se aprecia que el uso del conocimiento matemático facilita el desarrollo de mejores formas de vida y que no hay forma de compartir el conocimiento sin el uso apropiado del lenguaje.
6. Es conveniente que cada programa cuente con una página web a disposición de los maestros que les proporcione buen material de estudio y orientaciones sobre el dictado de las clases.
7. La colaboración, intercambio de ideas y experiencias entre los Puntos Focales y los maestros de diferentes países es sumamente beneficiosa.
8. Es muy conveniente que el programa se relacione con otros programas de IANAS como Muje-

res en la Ciencia, Agua y Energía, para elaborar material de estudio dedicado a esos temas.

Acciones a futuro

Las más inmediatas pueden ser continuar y ampliar la cooperación entre las Academias para el desarrollo del programa. Aún es una asignatura pendiente la compartición de materiales didácticos entre los programas en marcha, así como el intercambio de experiencias entre los docentes de los diferentes programas, a través, por ejemplo, de *webinars* u otras vías que tienen como base la Internet.

Utilizar los diplomados para la formación de maestros y relacionar el programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación con el de Mujeres en la Ciencia, Agua y Energía.

De hecho, un altísimo porcentaje de los maestros de escuela son mujeres y es importante que las niñas encuentren en ellas el ejemplo de que la ciencia no es sólo asunto de los varones. En muchos países aún se nota la tendencia a pensar que la inteligencia analítica o las facultades de inventar son más atribuibles a los varones y esto no es sino una percepción que no tiene ningún sustento.

La relación entre Educación en Ciencias y los otros dos programas de IANAS, Agua y Energía, es evidente. En diversos niveles del currículo de ciencia

se incluyen conceptos relacionados con estos dos temas, por lo que la elaboración de módulos de enseñanza según el enfoque de la ECBI sería sin duda importante y, quizás más importante aún, que esos módulos reflejen las problemáticas y las particularidades de cada país.

Otro aspecto que habrá que desarrollar y tratar de homogenizar en los diferentes programas es el seguimiento y la evaluación de los logros que se van alcanzando en cada país, entendiendo las realidades de cada uno.

Por otra parte, es esencial lograr como objetivo compartido por los diferentes Puntos Focales la inclusión de las matemáticas y el lenguaje, si efectivamente pensamos conveniente impulsar desde la escuela primaria el interés de encontrar en la ciencia la esencia de las futuras profesiones de los niños.

Igualmente proponemos que se amplíen las relaciones internacionales del programa, específicamente con *La main à la pâte* vía la página <http://www.indagala.org/> sin excluir otras posibilidades, y hacer el mejor uso posible de las facilidades que puedan ofrecernos para fortalecer nuestros esfuerzos.

Éstos son sólo ejemplos de lo que queda por hacer para lograr que el Programa Educación en Ciencias Basada en la Indagación sea una realidad tangible.



Esta obra se terminó de imprimir el mes de junio de 2017, con un tiraje de 1,000 ejemplares, en los talleres de Surtidora Gráfica, SA de CV