

La enseñanza de la ciencia en la Educación Básica

# Antología sobre indagación e inclusión



ISBN 978-607-98010-0-7



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

La enseñanza de la ciencia en la Educación Básica

---

# **Antología sobre indagación e inclusión**

D. R. © 2018, Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.

San Francisco 1626 int. 203  
Del Valle, 03100. Ciudad de México.  
[www.innovec.org.mx](http://www.innovec.org.mx)

*1ª. Edición, diciembre de 2018*  
*La enseñanza de la ciencia en la Educación Básica*  
*Antología sobre indagación e inclusión.*  
ISBN 978-607-96833-2-0 (Obra completa)  
ISBN 978-607-98010-0-7 (Volumen)

Hecho e impreso en México

Textos: Martín Bascopé Julio, Pablo Gutiérrez Rivera; Edith Saltiel, Marie Hélène Heitz-Ferrand; Pilar Reyes, Andrea Elgueta, Irene Reyes; Claudia Mariela Robles González, Catalina Everaert Maryssael; Karina Antonieta Zepeda Antúnez, José Sánchez Domínguez y Ma. Antonieta Antúnez Rueda.

Edición y revisión de textos: Catalina Everaert Maryssael  
Formación y diseño editorial: Abril Estefanía Jara Pérez

Otorgando el debido crédito se podrá hacer uso de la publicación sin necesidad de solicitar permiso por escrito a Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.

# ÍNDICE

## PRESENTACIÓN

5

.....

### **RECURSOS EDUCATIVOS Y DISPOSITIVOS LÚDICOS PARA LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA: UN DIÁLOGO ENTRE CIENCIA Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES**

Martín Bascopé Julio / Pablo Gutiérrez Rivera

10

.....

### **CIENCIA E INDAGACIÓN: LA ENSEÑANZA PARA EL APRENDIZAJE SUSTENTABLE IMPLEMENTADA EN ESTUDIANTES CON DISCAPACIDADES**

Edith Saltiel / Marie Hélène Heitz-Ferrand

26

.....

### **MODELO DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS DOCENTES PARA EL AULA DIVERSIFICADA, EXPERIENCIA DESDE EL PROGRAMA INDAGACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS - ICEC**

Pilar Reyes / Andrea Elgueta / Irene Reyes

48

.....

### **EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA SEVIC EN EDUCACIÓN ESPECIAL DIRIGIDO A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD EN EL ESTADO DE MÉXICO**

Claudia Mariela Robles González / Catalina Everaert Maryssael

74

.....

### **INNOVACIÓN E INCLUSIÓN EDUCATIVA MEDIANTE APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN: EL CASO DE LA UNIDAD TEMÁTICA "CIRCUITOS ELÉCTRICOS" DE LA PRIMARIA VESPERTINA "CLAUDIO CORTÉS CASTRO", ECATEPEC, ESTADO DE MÉXICO**

Karina Antonieta Zepeda Antúnez / José Sánchez Domínguez /

Ma. Antonieta Antúnez Rueda

99

.....

# PRESENTACIÓN

La diversidad entre las personas es un hecho natural y complejo que resulta de múltiples factores. La herencia genética exclusiva de cada ser humano en interacción con el entorno natural y social en el que se desarrolla le imprimen una identidad única e irrepetible. Cada persona es producto de la expresión de su naturaleza biológica retroalimentada por los factores medioambientales, culturales, sociales, económicos, ideológicos y emocionales que prevalecen en el ambiente en el que se desenvuelve. Si bien la diversidad es una realidad social incuestionable, a lo largo de la historia ha sido un desafío atender las diferencias entre las personas en apego a los derechos humanos. Uno de estos derechos establecido universalmente es el acceso a la educación, lo que implica no sólo poder ingresar a un sistema educativo, sino que cada niña, niño y joven reciba una educación escolarizada de calidad y a lo largo de la vida. Garantizar el derecho a la educación es una prioridad ya que, a su vez, éste hace posible el ejercicio de otros derechos humanos fundamentales y, en consecuencia, nos permite consolidar la ciudadanía<sup>1</sup>.

La forma más efectiva para hacer que el derecho a la educación sea una realidad es poner en práctica el modelo de inclusión y equidad. Pero ¿qué implican estos dos términos? De acuerdo con la UNESCO<sup>2</sup> la **inclusión** es un proceso que ayuda a superar los obstáculos que limitan la presencia, la participación y los logros de todos los y las estudiantes. Se basa en la valoración de la diversidad, en la adaptación del sistema para responder de manera adecuada a las necesidades de todos y cada uno de los y las estudiantes incrementando su participación en el aprendizaje, reduciendo la exclusión en y desde la educación.

La **equidad** consiste en asegurar que exista una preocupación por la justicia, de manera que la educación de todos los y las estudiantes se considere de igual importancia. El modelo de inclusión y equidad motiva

---

<sup>1</sup> El derecho a una educación de calidad para todos en América Latina y el Caribe. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación [en línea] 2007, 5 [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55130502>> ISSN

<sup>2</sup> UNESCO 2017. Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002595/259592s.pdf>

a visualizar las diferencias individuales no como problemáticas que hay que solucionar, sino como oportunidades para democratizar y enriquecer el aprendizaje. **Cuando se valora la diversidad** se desarrolla la capacidad de enriquecerse de las creencias y del comportamiento de los demás.

La educación inclusiva contempla el acceso, la permanencia, la participación y el aprendizaje. Sus objetivos fundamentales son:

1. La defensa de la equidad y la calidad educativa para todos los y las estudiantes sin excepciones;
2. La lucha contra la exclusión y la segregación en la educación.

Alcanzar estos objetivos implica llevar a cabo cambios y modificaciones en el aparato educativo, incluyendo los contenidos, los accesos, las estructuras y las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, con una visión que se refiere a todos los niños, las niñas y jóvenes de la franja de edad correspondiente y desde la convicción de que es responsabilidad del sistema educar a todos<sup>3</sup>.

Hablar de educación inclusiva es hablar de un **modelo** para atender a la diversidad, estrechamente relacionado con brindar atención educativa que responda a las necesidades, intereses, características, estilos y ritmos de aprendizaje del alumnado.

Lograr convertir el derecho a la educación de calidad en una realidad para todas las personas independientemente de sus condiciones, características, capacidades y necesidades, constituye un enorme reto que nuestro país, al igual que muchas otras naciones, enfrenta día a día. Existe un movimiento mundial que exhorta a los Estados a garantizar una educación básica de calidad para todos los niños, las niñas, jóvenes y adultos<sup>4</sup>, una educación que responda a las necesidades del mundo actual y que sea inclusiva y equitativa. A pesar de ello y de que a nivel internacional existe el consenso de que la educación de calidad es un derecho de todas las personas, la realidad es que, según las cifras más recientes de la UNESCO, unos 263 millones de niños y jóvenes de edades comprendidas entre los 6 y los 17 años, la mayoría de ellos

---

<sup>3</sup> [nesdoc.unesco.org/images/0011/001107/110753so.pdf](https://nesdoc.unesco.org/images/0011/001107/110753so.pdf)

<sup>4</sup> Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los objetivos de la Educación para Todos (EPT) UNESCO.

niñas, actualmente no asisten a la escuela<sup>5</sup>. Como vemos, para algunos grupos de la población, cumplir los objetivos educativos es un desafío de mayores dimensiones.

En este sentido, es muy alentador reconocer diversas iniciativas tanto del ámbito nacional como internacional, que nos dan cuenta de que, con esfuerzos redoblados, es posible superar las barreras de exclusión e inequidad y brindar una educación de calidad a los sectores más vulnerables, entre ellos las personas con algún tipo de discapacidad, las que pertenecen a una minoría étnica o las mujeres que son discriminadas simplemente por cuestiones de género. Para Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC) es un gusto y un honor presentar a continuación cinco muestras de experiencias exitosas que contribuyen de manera destacada a reforzar la vocación de la educación, y en particular la enseñanza de la ciencia, como un medio poderoso para consolidar los principios de inclusión y equidad en nuestras sociedades.

¿Cómo conciliar la educación de actual respetando y a la vez promoviendo los valores ancestrales de culturas indígenas que aún prevalecen y que han resistido a ser silenciadas para siempre por el embate de la modernidad? El texto de Martín Bascope y Pablo Gutiérrez Rivera recupera la experiencia de regresar la voz a grupos Mapuches a partir de la experiencia en las aulas. La promoción de la enseñanza científica basada en la indagación contribuye a romper la barrera de la marginación impuesta a la comunidad Mapuche de manera tan artificial como injusta y contundente, para dar paso a un desarrollo pleno de las facultades académicas y socioemocionales de niñas y niños por igual. Es un medio para recuperar los saberes tradicionales y a partir de ello dar entrada a conocimiento de carácter científico desarrollado en otro contexto cultural, que de otra manera resulta tan abstracto que no tiene cabida entre las poblaciones originarias, por lo que este trabajo nos habla del desarrollo de los recursos educativos como elementos que promueven un acercamiento entre culturas.

---

<sup>5</sup> UNESCO 2017. Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo, 2016. La educación al servicio de los pueblos y el planeta. Creación de futuros sostenibles para todos. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002485/2485265.pdf>

En cuanto a la atención a la población de niños, niñas y jóvenes con discapacidad presentamos en primer lugar el trabajo de Edith Saltiel y Marie H el ene Heitz-Ferrand, que reporta los resultados de un proyecto llamado *Handisciences* (o Discapaciencias) que buscó dar respuesta a la pregunta  La enseñanza científica basada en la indagación puede desempeñar un papel decisivo para los estudiantes con discapacidad? Durante 5 años se brindó la oportunidad de aprender ciencias bajo el enfoque indagatorio a niños con dislexia, disfasia, discapacidades cognitivas, desórdenes de comportamiento, autismo o discapacidades motoras. El texto nos relata de manera muy amena el sustento que generó el interés, la motivación y la curiosidad de los estudiantes *que recibieron este beneficio*.

Para que la educación de calidad sea una realidad en las aulas de estudiantes que presentan algún tipo de discapacidad es fundamental ofrecer una formación sólida a los docentes que atienden a esta población. De ahí la importancia del texto que nos comparten Pilar Reyes, Andrea Elgueta e Irene Reyes sobre el Modelo de desarrollo de competencias docentes para el aula diversificada, como parte del Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias - ICEC. Las autoras bajo una mirada académica relatan la evolución de la propuesta de formación docente para este contexto particular, desde su concepción, su diseño, su puesta en práctica y su evaluación. Los frutos de este esfuerzo son alentadores y se vuelve un gozo la lectura de las fortalezas que alcanzaron los docentes participantes, lo que invita a replicar esta experiencia en contextos similares para favorecer a un mayor número de los estudiantes con discapacidad.

Continuando en este sentido, la contribución por parte de Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, a cargo de Claudia Robles y Catalina Everaert, sobre la implementación de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) en Educación Especial relata una iniciativa exitosa para brindar una oportunidad de aprendizaje a los alumnos con discapacidad y con ello enriquecer su experiencia escolar y de formación. El artículo describe cómo el programa SEVIC a pesar de que no fue concebido para atender esta población resulta una herramienta novedosa y de gran alcance para desarrollar habilidades de pensamiento científico para estos estudiantes.

Finalmente, desde el contexto escolar de una comunidad que enfrenta condiciones de marginación, la voz de la docente Karina Zepeda y las

autoridades educativas José Sánchez Domínguez y Ma. Antonieta Antúnez Rueda, que impulsan la aplicación del programa SEVIC para la mejora de la enseñanza de la ciencia, nos dan cuenta del efecto propositivo que esta iniciativa alcanza en una comunidad escolar de Ecatepec. Si bien el programa está centrado en los estudiantes, quienes motivados a aprender desarrollan competencias científicas, el efecto del programa no termina ahí. Los padres de familia son invitados a unirse y al igual que los docentes involucrados también convierten en sujetos de aprendizaje desde sus propios ámbitos y se comprometen con la institución generando un efecto multiplicador en beneficio de la comunidad. De ahí que el texto nos ofrece un testimonio de cómo la educación inclusiva puede ser un parteaguas no sólo en el aspecto académico sino también para franquear barreras de índole social.

Nuestro anhelo al presentar esta selección de artículos es que usted disfrute de su lectura tanto como nosotros lo hemos hecho en el proceso de compilar este cuarto volumen de la Antología sobre indagación.

# MARTÍN BASCOPE JULIO

Es sociólogo y Magíster en Economía con Mención en Políticas Públicas. Actualmente se desempeña como profesor de las carreras de Pedagogía en Educación Básica y Pedagogía en Educación Parvularia del Campus Villarrica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Dirige también el proyecto “Experimento +” que ofrece oportunidades de desarrollo profesional docente a profesores en ejercicio sobre metodologías innovadoras para la enseñanza STEM basada en la indagación con foco en el desarrollo sustentable.



## RECURSOS EDUCATIVOS Y DISPOSITIVOS LÚDICOS PARA LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA: UN DIÁLOGO ENTRE CIENCIA Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES

.....

**Martín Bascopé Julio**

Campus Villarrica, Pontificia Universidad Católica de Chile; Centro de desarrollo local, educación e interculturalidad (CEDEL-UC)

**Pablo Gutiérrez Rivera**

Campus Villarrica, Pontificia Universidad Católica de Chile; Centro de desarrollo local, educación e interculturalidad (CEDEL-UC)

### I. INTRODUCCIÓN

Los conocimientos que se entregan en las escuelas, y en especial dentro de las asignaturas de Ciencias, no suelen contemplar las diversidades sociales y culturales que se viven en el territorio, lo que vuelve los contenidos de estas clases un tema lejano y difícil de aprehender para los estudiantes. En contextos rurales -donde la escolarización es un fenómeno reciente- con estudiantes con ascendencia de pueblos originarios, los conocimientos que se imparten en la escuela se vuelven aún más lejanos y sin conexión con lo local. Los contenidos de Ciencias se vuelven excesivamente abstractos y desvinculados de la cotidianidad y la realidad en la que se vive (Quilaqueo y San Martín, 2008; Quintriqueo, Torres, Gutiérrez, y Sáez, 2011; Quilaqueo, Fernández, y Quintriqueo, 2010). Experiencias que den cuenta de la necesidad de incorporar los conocimientos locales tradicionales a la escuela se han dado en diversos países, buscando de esta manera relevar especialmente los conocimientos indígenas para situarlos a la par de los conocimientos occidentales o científicos. Se promueve así la necesidad de diálogo entre

saberes y culturas (Barnhardt y Kawagley, 2005; Bishop, 2003; Jimenez, 2009; Duhn, 2012; Jucker, 2004).

En este trabajo se analiza la posibilidad de incorporar las temáticas propias de la cultura y tradiciones locales (en específico sobre la cultura mapuche, de gran importancia en la región de la Araucanía) a las asignaturas de ciencias naturales y sociales en educación primaria, sin dejar de lado el currículo vigente en Chile. Se busca conectar la escuela con la realidad local, valorar y posicionar, dentro de lo académico, los conocimientos del pueblo mapuche y, al mismo tiempo, generar un marco conceptual amplio que haga dialogar a la enseñanza de las ciencias con conocimientos culturales tradicionales y cotidianos tanto del pueblo mapuche como de otros pueblos originarios en otras regiones y países. Esta aproximación se realiza a través de un enfoque intercultural, que espera que la incorporación de conocimientos locales vaya dirigida a un amplio público estudiantil que considere tanto población indígena como no indígena. En específico se hace un énfasis en la importancia de la innovación en metodologías de aprendizaje que faciliten la conexión y el diálogo entre estos saberes.

Desde el año 2013 se comenzó un trabajo de revisión sobre metodologías pedagógicas que faciliten el diálogo entre ciencias y conocimientos ancestrales, en el contexto particular del pueblo Mapuche, en la región de la Araucanía ubicada en sur de Chile. Se encontró en las metodologías de aprendizaje basado en la indagación una serie de afinidades y oportunidades para establecer puentes que permitan conectar la enseñanza escolar con el contexto local.

Se realizó también una revisión del currículo nacional de ciencias naturales y se cruzó con conocimientos locales que fueron levantados tras un proceso de investigación con escuelas de la región y sus comunidades aledañas, que resultó en un marco de 5 dimensiones de conocimiento local que pueden ser abordados en la asignatura de ciencias naturales en primaria (Bascopé y Caniguán, 2016). Este cruce entre el currículo y conocimiento locales puede ser extrapolado a otros contextos fácilmente, por lo que puede ser un valioso insumo para la creación de actividades y recursos pedagógicos tanto en Chile como en otros contextos.

Con base en este marco de 5 dimensiones, se han creado una serie de recursos pedagógicos bajo el alero del aprendizaje basado en la indagación. En este capítulo, luego de describir el marco de referencia

respecto de indagación y conocimiento local, se presentará la experiencia de implementación de actividades indagatorias en escuelas de la región de la Araucanía y se abrirá una discusión respecto de la importancia de la incorporación de experiencias de indagación abierta y guiada a partir de experiencias lúdicas. Finalmente se analizarán las oportunidades que ofrecen las experiencias indagatorias contextualizadas para el desarrollo de habilidades clave desde edades tempranas y como el juego puede ser un vehículo que facilite el encuentro entre ciencia y saberes locales.

### **LAS 5 DIMENSIONES DE CONOCIMIENTO TRADICIONAL**

A partir de la información recopilada en el trabajo de campo en la investigación realizada en 2014 y la revisión de los programas educativos desarrollados por el MINEDUC, fue posible establecer la existencia de cinco dominios generadores de integración de conocimientos tradicionales dentro de la asignatura de Ciencias. Estos dominios fueron establecidos luego de generar un listado amplio con todos los temas obtenidos de las entrevistas grupales con las comunidades y las entrevistas a profesores, quienes aportaron los temas que podrían ser incorporados.

A continuación presentamos una breve explicación de estos dominios y su aplicabilidad para la enseñanza de las ciencias, extraído de Bascopé y Caniguán (2016):

1) *Lawen<sup>1</sup> y cuerpo humano*: Las hierbas medicinales son un tema de importancia y uso cotidiano en las comunidades mapuche. Por tanto, La incorporación del reconocimiento de estas hierbas y su relación con la sanación de ciertas partes del cuerpo humano son contenidos posibles de desarrollar dentro del aula, pudiendo ser complementados con conocimientos particulares respecto a la flora nativa y sus características físicas.

2) *Comidas tradicionales y procesos culinarios*: La preparación de comidas es otra área en la que se desarrolla conocimiento tanto científico como cultural. Dan cuenta de procesos de fermentación, deshidratación y descomposición de alimentos que permiten la preservación de los mismos. De este conocimiento que pertenece al ámbito doméstico pueden revisarse los procesos químicos y biológicos que lo constituyen, volviéndose así aprehensible.

---

<sup>1</sup> Hierbas medicinales

3) *Construcción de artesanías y herramientas con recursos locales:* Los oficios de construcción de herramientas, orfebrería y artesanía son de gran importancia en los pueblos indígenas. El teñido de lana con especies vegetales ha sido una práctica ancestral. Todo este proceso está cruzado de conocimientos eminentemente científicos<sup>2</sup>, que en los hogares son reconocidos como saberes tradicionales que se aprendieron en la práctica, la observación y la transmisión de los mayores. Lo mismo sucede en el caso de la orfebrería y construcción de herramientas que sirven para resolver problemas cotidianos.

4) *Ecosistemas y entorno natural:* La relación de los pueblos originarios con sus ecosistemas y territorios es una relación que refleja un conocimiento cabal sobre estos. El reconocimiento de los tipos de suelo que encuentran en sus territorios será primordial para determinar la agricultura y tipos de siembra a desarrollar, así como también permitirá llevar a cabo actividades tales como la alfarería, trabajo con fibras vegetales u otras, acorde a las especies que se encuentren en sus espacios. Aprender señales y marcas climáticas y del entorno también serán conocimientos que incidirán en las labores agrícolas y domésticas del hogar.

5) *Cosmovisión y nociones espacio-temporales:* Todos los pueblos originarios han ideado formas de medir el tiempo orientar labores domésticas, de trabajo, ceremoniales y otras. Se crean así sistemas para tener registro del tiempo en que se está o en el que se deben llevar a cabo ciertas actividades. El conocimiento de la naturaleza permite saber los momentos del día en que se encuentran y con ello las actividades a realizar.

Si bien los cinco dominios buscan conectar conocimientos tradicionales con el paradigma científico, no se debe banalizar o simplificar estos saberes a los códigos del pensamiento científico. Por el contrario, la sola inclusión de estos temas abre el espacio para la generación de un debate sobre temas histórico-culturales o sobre las cosmovisiones ancestrales, que a pesar de no concordar directamente con la perspectiva científica, permiten situar los aprendizajes del currículo oficial en un diálogo con otras visiones de mundo.

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, conocimientos respecto a las plantas y flores y los colores que generan, la necesidad de fijadores naturales para evitar la pérdida del color y el conocimiento de los cuencos en los cuales es mejor llevar a cabo la tarea del teñido.

## INDAGACIÓN Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES

En el campo de las relaciones sociales y las formas de aprender en los pueblos originarios, la imagen de los profesores o docentes como tales no existe y más bien, se recurre a la imagen de personas sabias que transmiten conocimientos, no de manera formal, sino que a través de la interacción y el compartir espacios cotidianos (Quilaqueo, Fernández y Quintriqueo, 2010). Bajo esta mirada, los padres y los adultos del entorno de los niños son gestores de conocimientos y modelos de la manera de transmitirlo, ya sea de manera lúdica o en los quehaceres cotidianos que conlleva la vida en la comunidad y el hogar (Llanquino, 2009; King & Schielman, 2004). En esta relación adultos–niños, se observan pocas “órdenes” y más bien se privilegia la autonomía de los niños en la resolución de las situaciones a las que se enfrentan (Ibáñez, 2015).

Sin duda, que la escuela rompe de manera drástica esta relación y forma de comprender el aprendizaje y la relación con los adultos, fijando nuevas formas de relación, estructuras y donde los contenidos a adquirir pierden su carácter vivencial, volviéndose muchas veces lejanos o poco comprensibles para los educandos y donde el profesor adquiere el rol central en la sala de clases, siendo éste quien ordena y da forma a las prácticas y formas de aprender. No obstante, esta situación es posible de revertir y reorientar desde la escuela, por medio de la inclusión de prácticas pedagógicas que integren los conocimientos previos de los estudiantes, así como dinámicas propias del aprender en sus sistemas culturales.

Tal como lo plantea Luna et al (2014), es necesario diseñar una experiencia cargada de sentido para el educando y con ello generar una manera distinta de comprender el aprendizaje. Es importante bajo este prisma situar los aprendizajes, es decir, dotarlos de sentido práctico y contextual. En esta línea Tiburcio y Jiménez (2016) indican:

*“si se organiza y estructura el ambiente escolar con relación a contenidos significativos para los estudiantes mediante tareas que involucren la participación creativa y consciente de los mismos, ellos desarrollarán y construirán aprendizajes a partir de los diálogos y socialización de saberes y desde la perspectiva social de dichas prácticas” (p. 129).*

En este sentido existe una relación directa entre el aprendizaje tradicional o aprender haciendo y la metodología propuesta para el aprendizaje por indagación en ciencias naturales. Especialmente en la enseñanza primaria, en la cual los conocimientos locales pueden ser facilitadores

de la comprensión del entorno natural, de fenómenos climáticos y de los procesos físicos y químicos presentes en las actividades cotidianas de las comunidades aledañas a la escuela.

Las escuelas deben tender hacia un equilibrio en el que pedagogía y metodología dialoguen por medio de la combinación del uso de métodos de enseñanza formales y no formales, modernos y tradicionales (King & Schielman, 2004; Sichra, 2006), relevando de esta manera los contextos sociales en los que se inserta la escuela y con ello sus prácticas asociadas.

En el marco de la instauración de la educación intercultural y en el propender hacia el desarrollo de una educación más integral, se han generado recomendaciones que buscan integrar a la escuela mejoras en las formas de enseñanza que resulten inclusivas y pensadas en los estudiantes. Es así que se propone la necesidad de *“(...) utilizar e incorporar modos de enseñanza y métodos pedagógicos formales y no formales que reconozcan las modalidades tradicionales de generar y transmitir el conocimiento y valoricen la sabiduría oral de los Pueblos indígenas”* (King & Schielman, 2004:24). En esta inclusión de elementos pedagógicos, se postulan como necesarios la enseñanza en las lenguas maternas de los estudiantes y la integración de los conocimientos tanto occidentales como indígenas que conviven en los territorios.

#### **TIPOS DE INDAGACIÓN: ESTRUCTURADA, GUIADA Y ABIERTA**

Para comprender mejor la relación entre conocimientos tradicionales e indígenas y la enseñanza basada en la indagación, es necesario tener un marco de referencia sobre este tipo de metodologías y una clasificación de los posibles tipos de indagación. Lisa Martin-Hansen (2002), realiza una muy orientadora definición de indagación y la clasifica en función de la intensidad con la que el alumno está involucrado en el proceso de indagación. En primera instancia define indagación como *“... el trabajo que realizan los científicos cuando estudian el mundo natural, proponiendo explicaciones que incluyen evidencia recogida desde el entorno que les rodea”*. Y luego presenta un cuadro esquemático en el cual define el tipo de indagación en función del rol del estudiante y el docente en las distintas etapas del proceso:

<b>Estudiantes se enfrentan a preguntas orientadas científicamente</b>	Estudiantes proponen una pregunta	Estudiantes seleccionan entre un grupo de preguntas y presenta una nueva
<b>Estudiantes priorizan la evidencia para responder a las preguntas</b>	Estudiantes determinan que es lo se constituye como evidencia y la analiza	Se dirige a los estudiantes para que recolecte cierto tipo de datos
<b>Estudiantes formulan explicaciones desde la evidencia</b>	Estudiantes formulan una explicación tras analizar la evidencia	Estudiantes son guiados en la formulación de explicaciones
<b>Estudiantes conectan las explicaciones con conocimiento científico</b>	Estudiantes examinan independientemente otros recursos y forman los vínculos con sus explicaciones	Estudiantes son dirigidos hacia ciertas áreas y fuentes de conocimiento científico
<b>Estudiantes comunican y justifican explicaciones</b>	Estudiantes formulan argumentos lógicos y razonables para comunicar explicaciones.	Estudiantes son guiados en el proceso de comunicación.
	<b>Indagación abierta</b>	<b>Tipo de</b>
	<b>Más</b>	<b>Nivel de autonomía</b>
	<b>Menos</b>	<b>Cantidad de profesor o del</b>

\* Traducido de Martin-Hansen (2002)

Esta tipología de indagación, puede guiar el diseño de recursos pedagógicos en función del rol que se espera de docentes y estudiantes. Usando esta tipología, nos referiremos a la experiencia de construcción de recursos educativos que promuevan el diálogo entre conocimientos científicos y tradicionales bajo una lógica indagatoria.

---

Estudiantes refinan o clarifican una pregunta propuesta por el profesor, materiales pedagógicos u otra fuente

---

Estudiantes se enfrentan a una pregunta propuesta por el profesor, materiales pedagógicos u otra fuente

---

Se entregan los datos a los estudiantes y se les pide analizarlos.

---

Se entregan los datos a los estudiantes y se indica cómo analizarlos

---

Se le entregan a los estudiantes algunas formas de usar la evidencia para construir una explicación

---

La evidencia es directamente entregada a los estudiantes para la formulación de explicaciones.

---

Se entrega a los estudiantes posibles conexiones.

---

Se entregan indicaciones generales para el uso de comunicación asertiva.

---

Se entregan pasos y procedimientos para la comunicación a los estudiantes.

---

indagación

---

Indagación estructurada

---

del estudiante en el proceso

---

Menos

---

indicaciones del material pedagógico

---

Más

---

### **DISEÑO DE RECURSOS PEDAGÓGICOS PERTINENTES A LA REALIDAD LOCAL: GUÍAS INDAGATORIAS ESTRUCTURADAS QUE INCORPORAN CONOCIMIENTOS TRADICIONALES**

Luego de la definición del marco de dimensiones de conocimiento tradicional y su relación con objetivos curriculares vigentes, se realizó una propuesta de actividades pedagógicas para ciencias naturales, que incorporen conocimientos tradicionales. La primera propuesta fue la creación de 13 actividades indagatorias estructuradas en formato de guías con información para el profesor con una correspondiente guía

de registro para el alumno. Estas fueron construidas en conjunto por formadores de profesores, educadores tradicionales<sup>3</sup>, profesores en ejercicio y expertos en conocimiento mapuche.

Estas actividades fueron probadas en dos instancias, primero fueron realizadas por un grupo de docentes y educadores en ejercicio y en una segunda instancia fueron implementadas por estos profesores en aulas de educación primaria. Como resultado de esta prueba se eliminaron algunas actividades que tenían problemas en su implementación y se acortaron otras actividades por ser muy extensas.

Un resultado interesante de este proceso de prueba fue la baja autopercepción de docentes respecto del dominio de conocimientos tradicionales, mostrándose sorprendidos en ocasiones por los conocimientos de sus propios estudiantes. En este sentido los docentes declararon que este tipo de actividades eran una buena estrategia para levantar conocimientos previos de los estudiantes y para que estos pudieran también aplicar lo aprendido a sus contextos cotidianos.

Además se declaró que podría ser una buena instancia para realizar actividades en conjunto entre profesores de ciencia y educadores tradicionales, para complementar ambos conocimientos y generar un nuevo espacio para la enseñanza de la lengua mapudungun, el idioma del pueblo Mapuche. Esto ayudaría a darle un foco intercultural a la enseñanza de las ciencias y al mismo tiempo promover la enseñanza del mapudungun en un contexto distinto y con una forma más aplicada de aprender el idioma.

Entonces, luego de este período de prueba, se generó una versión revisada y mejorada, que tuvo como producto una versión validada de estas guías. Para esto, se agregó información sobre conocimiento tradicional, pensando en los profesores de ciencias que no manejan estos contenidos, se incorporó más vocabulario en mapudungún junto con un glosario de términos al final de cada actividad y se realizó un esfuerzo gráfico para facilitar el uso del material por parte de docentes y estudiantes.

---

<sup>3</sup> Esta es una figura que se creó recientemente en Chile tras la aprobación de una ley que define la obligatoriedad de enseñar el idioma de los pueblos originarios en escuelas que se ubican en contextos de alta proporción de ascendencia indígena.

A pesar de contar con este material validado, para ser implementado en las aulas de educación primaria, a lo largo de este camino de prueba se identificaron una serie de problemas con el formato estructurado de la indagación propuesta en estas guías. En primer lugar, la indagación estructurada requiere de un tiempo de construcción de cada una de las guías muy extenso, para que puedan ser utilizadas por docentes de contextos diversos, y al mismo tiempo, la cobertura curricular es muy baja. En segundo lugar, si bien estas guías orientan el correcto desarrollo del proceso indagatorio, no dejan mucho espacio para el desarrollo de la creatividad y la autonomía por parte de los estudiantes.

Si bien las guías estructuradas son un buen formato para comenzar a relacionarse con la indagación, por su rigidez no permiten el desarrollo de habilidades de pensamiento científico de mayor complejidad, las cuales se desarrollan al enfrentarse a experiencias indagatorias más abiertas, en las cuales se planeen preguntas relevantes y aproximaciones metodológicas para contestarlas.

### **¿CÓMO INCORPORAR EXPERIENCIAS GUIADAS Y ABIERTAS?**

La consolidación de experiencias de indagación estructurada nos invitó a plantear el desafío de incorporar experiencias indagatorias guiadas y abiertas. ¿Cómo podríamos hacerlo? Para resolver esto nos situamos en sus fundamentos: por un lado, situaciones guiadas, iniciadas con una pregunta de investigación entregada por el docente a sus estudiantes las cuales con un enfoque centrado en los estudiantes permite que estos implementen su investigación, resuelvan y evalúen sus resultados (Martin, 2001). Por otro lado, indagaciones abiertas centradas en el interés genuino de los estudiantes, materializada en una pregunta que se desarrolla en una investigación y una posterior comunicación de resultados. Esta es la aproximación más cercana a la experiencia del trabajo científico (Martin, 2001).

Estas características fundamentales dejan de relieve conceptos asociados a la iniciativa, libertad, incertidumbre, iteración, tensión y desenlace. Consideramos importante relevar que la indagación genuina es una actividad con las mismas características fundamentales del juego.

El juego es, ante todo, una experiencia de aprendizaje privilegiada en donde se implican tanto comportamiento, como procesos y una actitud frente a una tarea o desafío (Sheridan, Howard & Alderson, 2010). El comportamiento en la experiencia se observa por ejemplo en la

participación voluntaria, en la satisfacción, en la motivación intrínseca, en “el hacer como sí” y la focalización del proceso por sobre el resultado. Los procesos en la experiencia se pueden observar en las negociaciones efectuadas en el ciclo de juego (Sturrock and Else, 1998) de acuerdo a las necesidades de los jugadores o los deseos de otros o las influencias del ambiente (Csikszentmihalyi, 1996). Por último, la actitud frente a una tarea o desafío se observa en las elecciones efectuadas y el grado de control o libertad que tienen los jugadores (Ostrov & Keating, 2004; McInnes, Howard, Miles & Crowley, 2011).

El juego carece de unas definiciones unitarias (Huizinga, 1972) pero diversos autores coinciden en señalar características propias del juego, tales como la existencia de propiedades, normas y procedimientos que deben dominarse para convertirse en un jugador, así como su carácter autotélico (Alessi & Trollip, 2001). Del mismo modo, se coincide en destacar su carácter central para el desarrollo cognitivo humano (Rogoff, 1990). El juego es una actividad sin una utilidad material ejecutada dentro de límites espaciales y/o temporales (círculo mágico) para realizar algo en determinada forma que da como resultado la resolución de un conflicto y se desarrolla fuera del curso habitual de la vida (ver Huizinga, 1972).

Al jugar con otros, los seres humanos despliegan su zona de desarrollo próximo, involucrándose en actividades más complejas de las que normalmente experimentan en la vida diaria. Vigotsky en tanto, estudia el juego como práctica cultural y también afirma que el desarrollo se produce durante el juego ya que se prueban nuevas actividades y se reflexiona sobre ideas sin la presión que suele acompañar intentos más formales de aprender una determinada destreza (Baquero, 1996). De este modo, el juego crearía la zona de desarrollo próximo, pues mientras juegan, los seres humanos actúan siempre por encima de lo que representa su propia edad media, por encima de su conducta cotidiana.

“Los juegos” (*games*) -el “juego” (*play*) formalizado- son un comportamiento humano único asociado al desarrollo individual y a la sobrevivencia de los grupos. En este punto es importante aclarar que hablar del “juego” y “los juegos” supone diferencias conceptuales que es necesario despejar. Diversas definiciones han sido propuestas por las diferentes disciplinas que han abordado el tema. Salen & Zimmerman (2004) nos aportan claridad definiendo “los juegos” como un sistema en el que los jugadores se enfrentan en un conflicto artificial, definido por reglas, y con un resultado cuantificable. Esto desprende características

significativas: “los juegos” no son completamente libres, poseen objetivos, incorporan un conflicto, tienen reglas, son interactivos, tienen desafíos o retos, crean su propio valor interno, generan inmersión y son sistemas formales cerrados. Además, exigen el esfuerzo de los jugadores, generan compromiso e inmersión y las consecuencias de la actividad son opcionales y negociables (Juul, 2001). De esta manera cuando las reglas se combinan de manera específica, crean formas de actividad para jugadores, llamadas juego (*play*). En “los juegos” (*games*), “el juego” (*play*) se produce cuando las reglas de “los juegos” se ponen en movimiento mediante la experiencia de los jugadores.

Por tanto, consideraremos juego como un territorio abierto en donde la creatividad e imaginación son factores cruciales para su desarrollo. “Los juegos”, por otro lado, son áreas confinadas que desafían la interpretación y optimización de reglas, tácticas, el tiempo y el espacio para el desarrollo de la simulación y la recreación de mundos, escenarios o sistemas complejos.

Los sistemas de “los juegos” establecen relaciones con los jugadores que son originadas por cuatro características transversales (Crawford, 1982): 1) *La representación*: se refiere a que los juegos subjetivamente representan un subconjunto o porción de la realidad, modelan situaciones externas las cuales incluso pueden tener altos niveles de fidelidad; 2) *La interacción*: implica que los jugadores influyen el mundo del juego y obtienen respuestas significativas a sus acciones por lo que generan inmersión; 3) *El conflicto*: este conlleva la idea de que los juegos poseen un objetivo bloqueado por obstáculos; este conflicto puede ser directo o indirecto, violento o no violento, pero siempre está presente y por último, 4) *La seguridad*: la cual contempla que el conflicto de un juego no acarrea las mismas consecuencias que sucederían en la vida real, de este modo los jugadores pueden experimentar las consecuencias ante situaciones de la vida real sin niveles de incertidumbre.

#### **DISPOSITIVOS LÚDICOS PARA CONECTAR INDAGACIÓN Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL**

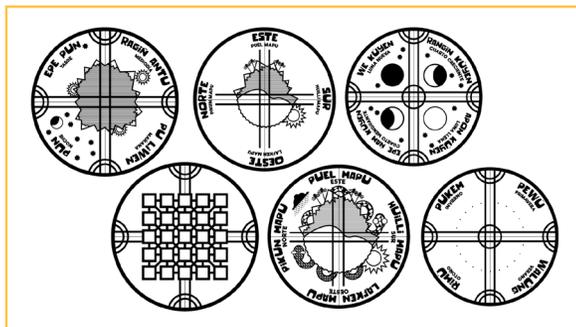
Considerando estos aspectos nuestra propuesta propone la generación de *dispositivos lúdicos para la intencionar indagación abierta y guiada*. Nuestra exploración abordó el desafío en un formato de juegos similar a los juegos de tablero o *boardgames*. Estos formatos particulares de juegos tienen un origen paralelo a las primeras civilizaciones. Su estructura comparte similitudes con los formatos actuales: definen una delimitación espacial o territorios (zonas de juego) de manera abstracta, icónica o figurativa,

acciones, reglas, tokens (piezas que representan al jugador, elementos o representaciones) y una retroalimentación o resultado cuantificable.

La propuesta de **Epu Kimun Trokin**, incorpora plataformas y fichas (*tokens*) -con un formato similar a los *gameboards*- que dan la posibilidad de generar situaciones de indagación guiadas y abiertas creando oportunidades de conectar la producción de conocimiento con base indagatoria con el conocimiento tradicional que se pueden explicitar en las siguientes dimensiones:

1. Oportunidad de **REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS**: las zonas de juego o plataformas plantean 6 diferentes temáticas o escenarios que abordan ciclos naturales observables (fases del día, fases de la luna y estaciones del año), representaciones perceptuales y de relaciones (territorios y puntos cardinales) y una adaptación de un juego tradicional llamado KOMIKAN.

Además el set contiene 326 fichas (*tokens*) con íconos de especies de flora y fauna que están presentes en los territorios de la zona sur del país y 326 cartillas con información de estas especies, las cuales contienen: nombre científico, nombre en español, nombre en mapudungun, etimología y fotografía. Cabe destacar que no existe un compilado único tan amplio de nombres en mapudungun para especies de flora y fauna.



Tras la revisión curricular y prueba de las actividades estructuradas se observó una gran cantidad de conocimiento tradicional y posibles áreas de desarrollo vinculadas a la flora y fauna local, tanto para el conocimiento de los ecosistemas, como para temáticas relacionadas con medicina tradicional, confección de artesanías y herramientas, gastronomía y cosmovisión. Por lo tanto el contar con material que hiciera alusión a la flora y fauna local



Escenarios y fichas del juego Epu Kimun Trokin.

puede dar insumos para el trabajo transversal a las 5 dimensiones de conocimiento levantadas y en distintas áreas de las ciencias.

2. Oportunidad de **ACERCAMIENTO AL MUNDO o CONOCIMIENTO TRADICIONAL**: los juegos en general son un andamiaje para experimentar relaciones, generar una comprensión de fenómenos complejos y consolidar prácticas socioculturales e identidad. Las plataformas consideran modelos de representación de la cosmovisión mapuche materializadas en aspectos formales (circularidad de las plataformas y su división en cuatro partes), en aspectos iconográficos como el uso de la cruz representada generalmente en el instrumento sagrado llamado kultrun (esta cruz representa conocimientos de la naturaleza reflejando marcas de extremos, estaciones, cardinalidad, calendario lunar entre otros) y en aspectos gráficos como ilustraciones de territorios, especies propias del territorio mapuche. Las fichas por su parte presentan una variedad de especies pertinentes al territorio: (1) animales nativos, nativos, domésticos y reptiles; (2) aves; (3) especies vegetales árboles, arbustos, trepadoras y herbáceas; y (4) hortalizas propias de huertos locales.

3. Oportunidad de **ACERCAMIENTO AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO**: el soporte que permiten las plataformas “a modo de juego de tablero” vincula la potencia que tienen los juegos para generar un “juego crítico” brindando un terreno fértil para que los estudiantes experimenten mediante ensayo y error, la “generación” y posterior “comprobación” de hipótesis. Tanto en una situación de indagación iniciada por un profesor o en una situación de indagación abierta iniciada por un estudiante, el material promueve la “unión por un objetivo común”, expresado principalmente en el trabajo colaborativo o grupal.

4. El proceso de indagación además, muestra un **RESULTADO CUANTIFICABLE** que puede ser producto de la comprobación o refutación de la hipótesis, resultado de los procesos de búsqueda de evidencias o de la preparación de muestra de resultados. La expresión del proceso puede llevar a la reflexión acerca de la manifestación de las reglas y del método resultante a partir de las instrucciones iniciales.

Mediante esta propuesta de juego serio y con reglas vinculadas con el método científico, se pretende acercar tanto el conocimiento tradicional como el quehacer científico a los estudiantes. Este juego se encuentra

actualmente en etapa piloto y se espera con él, poder generar un diálogo entre saberes que despierte el interés de los estudiantes por temáticas relacionadas con ciencias y el conocimiento de sus propios contextos, un aprendizaje situado en su realidad, que pueda ser abordado de manera lúdica y atractiva.

### **REFLEXIONES FINALES**

El trabajo mostrado en este artículo, realizado durante los últimos 5 años en la región de la Araucanía, ha permitido comprender de mejor manera la cercanía entre el aprendizaje basado en la indagación y la valoración de los conocimientos tradicionales. La percepción de docentes y estudiantes que han participado de estas iniciativas ha sido muy positiva y existe una apertura a trabajar en estas innovaciones, lo que genera un espacio de oportunidad para el desarrollo de programas como el implementado en Chile en otras partes del mundo.

Por otro lado, se propone al juego formalizado como una herramienta que permite acercar a través de la indagación al pensamiento científico con los conocimientos tradicionales, logrando conocimientos aplicados, cotidianos y contextualizados.

Este escrito es una invitación a los docentes de latinoamérica a pensar en nuevas estrategias, plataformas y recursos que permitan desarrollar creativamente propuestas para promover oportunidades de aprendizaje que sean coherentes con el contexto en el que se desarrollan. Que las experiencias de aprendizaje escolar incentiven la generación de un vínculo con los saberes tradicionales y pongan en valor las características de los sistemas socioecológicos locales, es una condición necesaria para pensar en modelos desarrollo sustentable en nuestra región. Esto nos permitirá seguir construyendo conciencia respecto de la necesidad del cuidado y conservación del patrimonio natural y cultural, desde una perspectiva compleja, para propiciar en el futuro, condiciones favorables para las nuevas generaciones.

## REFERENCIAS

- Bascopé, M. y Caniguan, N. I. (2016). Propuesta pedagógica para la incorporación de conocimientos tradicionales de Ciencias Naturales en primaria. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 161-175. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1143>
- Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar* (Vol. 4). Buenos Aires: Aique.
- Crawford, C. (1982). *The art of digital game design*. Vancouver: Washington State University.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity! Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins.
- Sheridan, M., Howard, J., & Alderson, D. (2010). *Play in early childhood: From birth to six years*. Routledge.
- Duhn, I. (2012). Making 'place' for ecological sustainability in early childhood education. *Environmental Education Research*, 18(1), 19-29. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.572162>
- Huizinga, J. (1972). *Home ludens*. Alianza; Buenos Aires: Emecé, DL.
- Jucker, R. (2004). Have the Cake and Eat It: Ecojustice Versus Development? Is it Possible to Reconcile Social and Economic Equity, Ecological Sustainability, and Human Development? Some Implications for Ecojustice Education. *Educational Studies*, 36(1), null. [https://doi.org/10.1207/s15326993es3601\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326993es3601_3)
- Juul, J. (2001). Games telling stories. *Game studies*, 1(1), 45.
- King, L; Schielmann, S. (2004) El reto de la educación indígena: experiencias y perspectivas. UNESCO.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- McInnes, K., Howard, J., Miles, G., & Crowley, K. (2011). Differences in practitioners' understanding of play and how this influences pedagogy and children's perceptions of play. *Early Years*, 31(2), 121-133.
- Sichra, Inge (2006) Enseñanza de lengua indígena e interculturalidad ¿entre la realidad y el deseo? Investigación sobre la enseñanza del Quechua en dos colegios particulares en Cochabamba. Programa de Formación en Educación Intercultural Bilingüe para los Países Andinos PROEIB Andes.
- Quilaqueo, D., Fernández, A., y Quintriqueo, S. (2010). Interculturalidad en Contexto Mapuche. Neuquén, Argentina: Universidad Nacional del Comahue.
- Sturrock, G., & Else, P. (1998). *The playground as therapeutic space: playwork as healing*. In Proceedings of the IPA/USA Triennial National Conference, Play in a Changing Society: Research, Design, Application, Longmont, CO, USA (pp. 17-21).
- Ostrov, J. M., & Keating, C. F. (2004). Gender differences in preschool aggression during free play and structured interactions: An observational study. *Social Development*, 13(2), 255-277.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Trollip, S. R., & Alessi, S. M. (2001). *Multimedia for learning: methods and development*. Massachusetts: Allyn & Bacon.

# EDITH SALTIEL

Es Doctora en Física. Fue profesora de investigación en la Universidad Paris Diderot hasta su jubilación. De 2001 a 2003 fue miembro del grupo de expertos sobre los programas de ciencia y tecnología de la Escuela Primaria. De 2001 a 2004, fue miembro de la comisión que define los objetivos y estructura de la División de Evaluación, Planeación y Desempeño (DEPP) para la evaluación Cèdre. De 1999 a 2004, fue directora del equipo de la organización *La main à la pâte*. Participó activamente en la fundación de la acción *Handisciences*. Es miembro del Consejo Científico, pedagógico y de evaluación de la Fundación *La main à la pâte*.



## CIENCIA E INDAGACIÓN: LA ENSEÑANZA PARA EL APRENDIZAJE SUSTENTABLE IMPLEMENTADA EN ESTUDIANTES CON DISCAPACIDADES

.....  
**Marie Hélène Heitz-Ferrand**  
(INSHEA<sup>1</sup> France), [mhelene.heizt@inshea.fr](mailto:mhelene.heizt@inshea.fr)

**Edith Saltiel**  
(Fondation La main à la pâte, France), [edith.saltiel@fondation-lamap.org](mailto:edith.saltiel@fondation-lamap.org)

### RESUMEN

En 2010 se echó a andar un programa para evaluar cómo podía aplicarse la enseñanza bajo el enfoque de *La main à la pâte* (Las manos en la masa) al aprendizaje escolar de niños con discapacidades mentales y físicas. Un grupo de 40 profesores de educación primaria participaron en este programa entre 2010 y 2016. Entrevistas con dichos docentes y el análisis de días específicos (llamados "días de estudio") han revelado varias constantes que muestran tanto las contribuciones de la enseñanza de la ciencia basada en la indagación como las dificultades que se presentaron. Este experimento de cinco años permitió que varios profesores se instruyeran en áreas científicas y contribuyó con nuevas ideas para mejorar la preparación de los docentes en la educación científica.

### PALABRAS CLAVE

**ciencia, indagación, escuela primaria, estudiantes con discapacidades**

---

<sup>1</sup> INSHEA: Instituto Nacional Superior de Formación e Investigación para la Educación de Jóvenes con Discapacidad y las Enseñanzas Adaptadas.



## MARIE HÉLÈNE HEITZ-FERRAND

De septiembre de 1991 a septiembre de 2001 fue profesora de escuelas especializadas en el campo de discapacidad motora y de enfermedades que causan discapacidad crónica. A partir de septiembre de 2001 ha sido instructora y coordinadora de la formación de docentes. Desde septiembre de 2008 es Líder del Proyecto *Handisciences* del INSHEA. Desde 2009 es miembro del Observatorio de recursos digitales adaptados y de la acción "Todos a la Escuela" para la escolarización de los estudiantes enfermos.

### INTRODUCCIÓN

Sondeos internacionales como el realizado por Patton, Palloway y Cronin (1990) muestran que los estudiantes que requieren educación especial reciben muy poca educación científica. La mayoría de los que tienen alguna se ven restringidos a una hora por semana. Dichos cursos suelen llevarse a cabo siguiendo un enfoque de transmisión (Gurganus et al., 1995) con énfasis principalmente en el aprendizaje de contenidos y de vocabulario específico. Varios estudios realizados tanto en docentes regulares (por ejemplo, Mitman, Mergendoller, Marcham y Parker, 1987) como en docentes especializados (por ejemplo, Miller y Cawley, 1987), indican que la gran mayoría se enfoca únicamente en presentar resultados concretos, dejando de lado los métodos de indagación y las maneras de llegar a dichos resultados.

Muchos estudios reconocen el aspecto positivo de aprender ciencia mediante la indagación y los ejercicios participativos (Bay, Staver, Bryan y Hale, 1992; Dalton, Morocco y Tivnan, 1997; McCarthy, 2005; Irving, Nti y Johnson, 2007), en particular para gente joven con discapacidades. Los niños parecen disfrutar mucho y verse particularmente motivados al participar en actividades de este tipo (Scruggs y Mastropieri, 1994). Además, los alumnos que requieren educación especial podrán aprender y entender con mayor facilidad conceptos científicos si los profesores les sugieren que son capaces de resolver problemas (Nolet y Tindal, 1993).

### 1- ¿QUÉ EDUCACIÓN CIENTÍFICA?

La educación científica basada en la indagación está muy desarrollada en el mundo anglosajón y hay numerosos artículos publicados sobre ese tema. En particular, Harlen W. y el sitio web correspondiente al proyecto de Fibonacci, así como el artículo escrito por Figdor C. et al. En Francia, hemos elegido la pedagogía recomendada por *La main à la*

pâte (Charpak et al., 1996), uno de cuyos diez principios es: "Al realizar investigaciones, los niños argumentan y razonan, proponen, escuchan y discuten tanto ideas como resultados, construyen su conocimiento; por lo tanto, una mera actividad participativa no es suficiente". De acuerdo con este enfoque, los estudiantes aprenden de manera activa: cuestionan resultados, proponen soluciones, sugieren posibilidades e incluso hipótesis sin necesidad de que los docentes los conminen a hacerlo, y establecen protocolos experimentales que ponen en práctica por sí mismos (Saltiel, 2006; Worth et al., 2009). Los estudiantes tienen un cuaderno de experimentación en el que se les invita a expresar sus ideas iniciales, después a dibujar o esbozar el aparato que hayan diseñado, reportar los experimentos realizados y, finalmente, comparar sus resultados para llegar juntos a una conclusión válida, bajo la supervisión del docente y de manera perfectamente compatible con la adquisición de conocimiento académico. De acuerdo con este enfoque, el niño construye su propio conocimiento a través de sus reflexiones, la discusión con sus pares y la manipulación práctica.

### 1- 1 ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA NIÑOS CON DISCAPACIDADES?

Puede parecer sorprendente querer introducir la educación científica para dichos estudiantes. A pesar de sus dificultades cognitivas, motoras o de comportamiento, tienen muchas menos horas de clase que los niños sin discapacidades, principalmente por el tiempo que requieren los cuidados especiales. Además, casi siempre los profesores favorecen la enseñanza de francés y matemáticas, pues esas dos materias se evalúan a nivel nacional en las escuelas francesas. A la pregunta: ¿puede desempeñar un papel decisivo la enseñanza científica basada en la indagación para los estudiantes con discapacidad?, Georges Charpak, Pierre Léna e Yves Quéré (1996) responden que dicha enseñanza *"tiene una característica muy particular que se relaciona con la existencia de un objeto concreto de la realidad física. (...) La relación con ese objeto concreto, que es tan esencial a la emoción que genera curiosidad, puede también ser la razón de los beneficios que han sido reportados de manera consistente al aplicar este tipo de educación científica a niños con discapacidades cognitivas o motoras; (...) ¿Cómo no habría de ser benéfica esta relación con la realidad, a través de un enfoque científico basado en la apreciación de objetos y fenómenos vivenciales, y ayudar a los niños 'encerrados en su discapacidad, a liberarse de ella'?"* Las actividades científicas abren la posibilidad de aproximarse a lo universal. Los hechos científicos existen y pueden ser observados, independientemente de las condiciones de vida

que tengan los habitantes del planeta. Las reglas, leyes y propiedades utilizadas para describir el mundo que nos rodea están construidas fuera de la vida social y emocional de cada individuo. Si sueltas un objeto desde cierta altura, el objeto caerá... ya sea que vivas en Francia, Brasil o Japón, que pertenezcas a una familia acomodada o que tu padre esté desempleado, que tengas o no alguna discapacidad.

## 2- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y LA METODOLOGÍA

La reflexión surgió a partir de un cuestionamiento por parte del Consejo Nacional de Discapacidades francés (CNH, por sus siglas en francés) sobre la posibilidad de enseñar ciencias naturales de acuerdo con la pedagogía propuesta por *La main à la pâte* a estudiantes con discapacidades. En noviembre de 2009 tuvo lugar un día de estudio con miembros de la Academia Francesa de Ciencias, el Instituto Nacional Superior de Formación e Investigación para la Educación de Jóvenes con Discapacidad y las Enseñanzas Adaptadas (INSHEA) miembros de *La main à la pâte* e integrantes de la asociación Maestros de Grupo por una Educación Inclusiva (CLIS, por sus siglas en francés).<sup>2</sup> Se decidió iniciar un experimento llamado *Handisciences* (Discapaciencias) durante el año escolar 2010-2011, con un número deliberadamente limitado de grupos en CLIS 1 (desórdenes mayores en las funciones cognitivas) y CLIS 4 (discapacidades motoras). No participaron grupos de estudiantes con deficiencias visuales ni auditivas. Durante este año de exploración, once docentes de CLIS aplicaron la educación científica basada en la indagación utilizando una de cuatro secuencias (tres de física y una de ciencias de la vida y de la tierra) desarrolladas por los equipos de investigación, INSHEA y *La main à la pâte*. Dichas secuencias incluyeron experimentos y, con frecuencia, la construcción de un objeto concreto, como un carrusel eléctrico. Todas las secuencias se diseñaron de acuerdo

---

<sup>2</sup> Actualmente, los CLIS (grupos de educación inclusiva acomodados en las instalaciones de una escuela primaria) han sido reemplazados por las ULIS (Unidad Localizada de Inclusión Escolar, por sus siglas en francés). CLIS 1 recibía estudiantes con discapacidades cognitivas o mentales, desórdenes de desarrollo generalizado (autismo y problemas similares), desórdenes lingüísticos específicos (dislexia, disfasia) y problemas de comportamiento. CLIS 4 estaba diseñado para estudiantes con discapacidades motoras, dispraxia y discapacidades múltiples (motoras y cognitivas). De esta manera, en CLIS 1 había estudiantes con discapacidad cognitiva promedio ( $35 < IQ < 49$ ) si ésta no estaba asociada con discapacidades sensoriales, y con una discapacidad cognitiva menor ( $50 < IQ < 69$ ) asociada con discapacidades sensoriales. Hay grupos con las mismas características en las ULIS, pero su enseñanza escolar está organizada de manera diferente.

con el mismo modelo: se especificaron los objetivos metodológicos y en cuanto a nociones para cada sesión de la secuencia, se enlistó el vocabulario que sería introducido durante cada sesión; cada sesión consistía en tres fases esenciales (una primera de preguntas y cuestionamiento, seguida de un tiempo para reflexionar, tanto individual como colectivamente; una fase de experimentación y representación; un tiempo designado para compartir, confrontar y sintetizar los resultados); cuando fue posible, a esto siguió una secuencia de evaluación. Todas las secuencias propuestas contaban con un número reducido de sesiones (cuatro o cinco), aunque se especificó que los docentes podían dividir en dos las sesiones si era necesario.

Cada docente estaba acompañado por un pedagogo (entrenador o consejero pedagógico) y apoyado por un científico fuera del aula. Se llevaron a cabo y se registraron en video entrevistas semi-estructuradas antes de completar la secuencia, así como entrevistas finales, con una duración que varió entre una hora y 90 minutos.

Los resultados de este primer año fueron particularmente positivos, así que el protocolo propuesto fue reproducido y enriquecido en los años subsiguientes. De hecho, la gran mayoría de los docentes involucrados deseaban continuar participando en el proyecto, tras haber descubierto gracias a estas secuencias el placer, el gran interés, la motivación y la curiosidad de sus estudiantes, así como habilidades cuya presencia no habían sospechado. El diseño de las entrevistas ha evolucionado a través de los años. En el año escolar 2011-2012 se pidió a los docentes que proporcionaran un cuaderno de experimentación a cada estudiante. Al final de dicho ciclo, además de las preguntas usuales, en la entrevista se incluyó la siguiente: "¿La educación científica basada en la indagación puede mejorar las habilidades de escritura y gráficas (textos, dibujos, diagramas) de estudiantes con alguna discapacidad?" En los años subsiguientes, las entrevistas se enfocaron en otros puntos particulares, como el papel de seguir ciertas estrategias didácticas y el interés que despiertan, la evolución de la escritura de los alumnos, el papel que desempeña el error, las relaciones entre estudiantes y el lugar de cada alumno en el grupo escolar, las posibles relaciones con grupos no especializados. Todas las entrevistas eran transcritas y analizadas para preparar el día de estudio que tenía lugar cada año antes de las vacaciones de verano. Los documentos proporcionados por los docentes, las creaciones de los estudiantes, videos cortos grabados por los profesores, las entrevistas en sí y el trabajo realizado durante los días de estudio fueron analizados de

acuerdo con la teoría desarrollada por Glaser y Strauss. Esto ha conducido a numerosos resultados **cualitativos**, tanto para los estudiantes como para los docentes.

En junio de 2016 concluyó el quinto año de operación, con la participación de 42 docentes y más de 500 estudiantes, la mayoría de ellos en CLIS (1 y/o 4) y los demás en centros especializados (hospitales, instituciones médicas educativas, etc.). La mayoría de los niños involucrados tenía dislexia, disfasia, discapacidades cognitivas, desórdenes de comportamiento, autismo o discapacidades motoras.

En 2016, las Clases de Educación Inclusiva fueron reemplazadas por ULIS, cuyo principal objetivo es promover la integración de estudiantes con discapacidades en grupos regulares y eliminar los grupos especiales. Continuamos trabajando en 2017 con algunos pocos profesores que aún estaban con grupos especiales toda la semana, y ese mismo año entrevistamos a todos los docentes para este experimento.

### 3- RESULTADOS

Las entrevistas realizadas a los 42 docentes participantes, así como los seis días de estudio que tuvieron lugar, uno cada año, revelaron la presencia de varias constantes.

#### 3- 1 PLACER Y CURIOSIDAD

La opinión de los profesores es unánime: los estudiantes se divirtieron mucho haciendo ciencia y desarrollaron su curiosidad. A continuación, algunos ejemplos. MDC dijo: *“El placer de hacer es extremadamente importante, especialmente porque implica aprender en todos los campos”*, y ED: *“La participación en este experimento ha sido muy placentera para todos los involucrados, tanto niños como adultos”*. CF: *“Digamos que la curiosidad siempre existe. Tal vez el experimento les mostró que pueden expresarla en clase y que la curiosidad no es algo olvidado ni que se deja de lado”*. AB hace notar que: *“Tenían curiosidad pero no se permitían a sí mismos hacer preguntas. Hubo un cambio de postura: antes, el estudiante que hacía preguntas era el que no sabía; ahora, era el que quería saber o corroborar lo que sabía, comprobar su propio conocimiento (...) Para ellos, la curiosidad era un signo de incompetencia, pero entendieron que tenían el derecho de expresar su ignorancia y que podían hacer preguntas”*.

### 3- 2 EL INTERÉS DE LA MANIPULACIÓN

Cuando los niños manipulan objetos, podemos observar cómo tocan (por ejemplo, tejidos suaves o ásperos), miran (la sombra, el foco que consiguieron encender), escuchan (el sonido que produce un gusano al moverse sobre una hoja de papel) y realizan movimientos. Lo siguiente fue observado por un estudiante de la *École Polytechnique* que trabajó con docentes de CLIS en el aula: *“Los profesores descubrieron que la manipulación era una manera de adentrarse en la educación científica. Sentir, tocar, mirar, permiten una mejor comprensión de los fenómenos. En particular, estos niños tienen una necesidad mayor de manipular para poder entender”*. De manera similar, los profesores E y A reportan que: *“Es importante que los estudiantes con discapacidades manipulen objetos. En contraste con los alumnos que no tienen discapacidades, es difícil lograr que observen sin manipular”*.

Sin embargo, debemos mantenernos alertas y no conformarnos con “hacer”: la manipulación es necesaria pero no es suficiente. Durante un día de estudio, los docentes se reunieron y reflexionaron sobre el interés de la manipulación. Llegaron a la siguiente conclusión: *“Es un elemento que relaja y da seguridad a muchos estudiantes, además de involucrar talentos que no resaltan automáticamente (o, simplemente, no son detectados) en una actividad abstracta, teórica o más ‘académica’.* Por lo tanto, puede ser un apoyo medular para el motor de aprendizaje: el elemento que da confianza al estudiante, que le ayuda a desarrollar sus habilidades, que lo impulsa a progresar y seguir adelante, e incluso define vocaciones o intereses en campos específicos. Es una oportunidad para motivar la colaboración (por ejemplo, al ayudarse mutuamente para montar un experimento), para explicar aspectos específicos, para el trabajo en equipo que enriquece las propuestas de cada integrante (si somos capaces de estimular la emulación que puede generar un equipo y fomentamos la ayuda mutua entre sus integrantes). Los estudiantes disfrutaban la manipulación, esto les ayuda a encontrarle sentido al aprendizaje. El entorno educativo de algunos estudiantes no les ha brindado la oportunidad de realizar descubrimientos a través de la experiencia (jugar con agua, arena, materiales; experiencias sensoriales; hacer un pastel; caminar en la nieve o en charcos...).”

### 3- 3 TRABAJAR JUNTOS Y APRENDER A COOPERAR

CLIS (1 y 4) son grupos extremadamente heterogéneos. En un mismo grupo puede haber niños de 6 a 12 años, alumnos que pueden leer y analfabetas, estudiantes con una amplia gama de discapacidades, como

desórdenes de función motora (cuyos efectos en el aprendizaje son diversos en cada caso), retrasos de desarrollo intelectual, enfermedades poco comunes, desórdenes de desarrollo generalizado o específicos para el aprendizaje. Una de las consecuencias de esta diversidad es la necesidad de una atención personalizada; en la mayoría de los casos, los docentes trabajan en una situación dual con cada estudiante, lo que significa un problema en términos de integración y vida colectiva. Algunos de esos niños pueden pensar que la vida social consiste en que se ocupen de ellos, y sentirse rechazados si un adulto no les da atención personalizada. Por esa razón, puede resultarles más difícil que a los estudiantes regulares escuchar las opiniones de otros y aceptar un punto de vista que difiera del propio. A causa de esto, pedimos a los docentes que organizaran trabajo en equipo siempre que fuera posible, y así lo hicieron. El reporte es concluyente: **todos** los profesores apreciaron las actividades en equipo y subrayaron sus innegables ventajas.

Los docentes organizaron varios métodos de trabajo colectivo, como lo explica el profesor AB: *“Las sesiones de ciencia se llevan a cabo con todo el grupo. Hay una fase de trabajo conjunto donde todos participan. Aquí tiene lugar la emulación (...) Se ven obligados a verbalizar, a expresar sus sentimientos, y algunos llegan a expresarse, a realizar preguntas, a cuestionarse a sí mismos. El hecho de considerar la opinión de todos obliga a que los más locuaces escuchen y los más retraídos hablen”*. Los docentes comparten el impacto que tuvo este trabajo. EA afirma que: *“El trabajo en equipo es benéfico: hace que los estudiantes quieran ayudarse unos a otros, confronten sus dificultades y complementen sus capacidades”*. SG reporta: *“También hay una componente placentera, el placer de trabajar, de pensar juntos, que inevitablemente resulta en la conformación de un grupo”*. EA comenta: *“Al principio del ciclo escolar, los estudiantes interactuaban muy poco entre sí, casi no hablaban en clase. Por ejemplo, uno de los alumnos casi no hablaba porque, siendo disfásico, se le dificultaba. Ahora podemos observar que se relaciona con otros, que se atreve”*.

Además de escucharse unos a otros y de la transformación en sus relaciones mutuas, se notó que el papel de los estudiantes en el grupo había cambiado. SG hace notar que: *“Estaban razonando juntos y se sentían cómodos trabajando de esa manera. Cada quién desempeñaba un papel y eso les ayudaba a trabajar mejor juntos en otras cosas. Resultaba más fácil porque era un área que no afectaba directamente su discapacidad, así que era más sencillo para ellos y por eso trabajaban*

juntos. Tenían confianza en sí mismos y querían hablar con otros". SB dice que: "Ha habido un cambio de actitud. Algunos que se comportaban como líderes a causa de su personalidad, se han colocado en otro lugar. Algunos que eran muy tímidos para hablar mostraron tener buenas ideas u otras capacidades, lo que les permitió ocupar un poco más de espacio y desempeñar un papel más decisivo en equipos de pequeños, de tres o cuatro integrantes (...) Así, cambió la posición de cada estudiante dentro del grupo". CdSM, quien trabaja con alumnos autistas, confirmó: "Yo creo que algunos estudiantes pueden sentirse más cómodos que en otros entornos, así que repentinamente se ven más motivados y tienen más confianza en sí mismos, porque se hacen evidentes ciertas habilidades que no siempre pueden verse en el trabajo escrito. Esto les da confianza y los vuelve más presentes o más propensos a participar en cualquier actividad". AD comenta: "Aceptar que otro estudiante no necesariamente piensa como uno, que no tiene la misma idea, no significa que alguno sea mejor que el otro, ni que alguno esté equivocado, y poco a poco lleva a aceptar el punto de vista de la otra persona, a admitir que lo que uno pensaba puede ser cuestionado, sin que por eso uno deba estar avergonzado. A mí me parece constructivo. Así, tratar de dejar un registro, compararlo con los de otros, aprender a pensar de manera colectiva(...) son habilidades que se están desarrollando".

### 3- 4 HACIA UNA CONSTRUCCIÓN DEL RAZONAMIENTO

El razonamiento supone que uno tiene la facultad de analizar la realidad, de percibir las relaciones entre objetos, estén o no presentes, de entender fenómenos. Antes de comprender hechos concretos, es importante que los estudiantes le encuentren sentido a las actividades sugeridas. Así, el docente JH relata: "Realmente parecían decirse a sí mismos 'ah, sí, hay una pregunta', porque en un principio no era aparente el significado de dicha pregunta". En parte gracias a la manipulación y a la práctica de tareas rutinarias, y a pesar de los problemas de memorización, los estudiantes recordaban preguntas de una sesión a la siguiente. Por eso AD puntualiza el interés de la enseñanza de la ciencia, pues permite que los alumnos "sigan el hilo de lo que estamos buscando, de lo que estamos haciendo".

Cualquier cuestionamiento acerca del mundo lleva a los niños a observar un objeto o un fenómeno. La observación no siempre resulta fácil y es una habilidad aprendida, como hace notar AD: "Probablemente, lo que más me llame la atención sea su mayor capacidad para observar, es decir, para mirar algo y saber cómo expresar lo que ven". De manera similar,

TD, refiriéndose a la secuencia que tiene que ver con lombrices de tierra, afirma: *“En sus representaciones gráficas podemos constatar una evolución de manera muy clara: aparecen los anillos y otros detalles... Los alumnos han aprendido a observar y a concentrarse en el objeto”*.

Muchos estudiantes establecen relaciones espontáneas con su vida cotidiana. Por ejemplo, SB relata: *“Resultó obvio al hablar de transmisión del movimiento (...) Cuando observamos los engranes y la banda de transmisión, un alumno comentó haber observado el interior de un coche que tenía en su casa. ‘Descubrí que había engranes como los de la escuela. No lo sabía. Jamás me lo habría imaginado’”*. EB, como parte de una actividad relacionada con la flotabilidad de diversos objetos, afirma: *“Que los estudiantes establezcan una relación con su experiencia personal es algo que yo no había observado y que suele resultar difícil para ellos, pero en este contexto de actividades, al observar la flotabilidad de diversos objetos, un estudiante pensó en las fuentes a las que se les echan monedas y otro estableció una relación con sus propios juegos de pelota: ‘Cuando juego con mi papá, la pelota flota y no se hunde’”*. Algunos profesores han descubierto una capacidad de raciocinio en sus estudiantes, como hace notar EB: *“Hice el descubrimiento durante las sesiones. Creo que había subestimado su capacidad de raciocinio”*. MB añade: *“El placer de la manipulación es extremadamente importante y facilita las habilidades de aprendizaje en todas las áreas: soltura de expresión, mejoría en el desempeño verbal, habilidad para explicar situaciones, hacer suposiciones y razonar. Creo que hay un desarrollo. Esto me permitió conocer mejor a algunos estudiantes, especialmente a uno que tenía muchas dificultades en todas las materias. Descubrí que tenía una capacidad de raciocinio que yo no había notado”*.

Uno de los problemas importantes que suelen surgir cuando llevamos a cabo ciencia experimental, tiene que ver con la metodología y con la evaluación de la validez del resultado obtenido. En particular, es bien sabido que si queremos observar el comportamiento de un factor (y sólo de uno), debemos variar un solo parámetro cada vez, manteniendo los demás constantes. Esto no es algo sencillo, como lo hacen notar varios trabajos, entre ellos el de Yves Flandé (2003). La secuencia “Agua y plantas” tiene la particularidad de tratar dicho problema. Está construida como una serie de sesiones que siguen un mismo modelo, y propone un protocolo experimental para estudiar un solo parámetro. Así, SB afirma: *“Una secuencia como ‘Agua y plantas’ requiere tanto rigor experimental para poder realmente alcanzar una conclusión ineludible, que resultó*

extremadamente formativa. Los estudiantes que han estado aquí por tres años y que trabajaron con dicha secuencia, han adquirido un rigor y un método al trabajar en la construcción de un protocolo experimental”.

### 3- 5 ADQUIRIR CONOCIMIENTOS

**Todos** los docentes reportan que sus estudiantes han adquirido nuevos conocimientos. Este punto de vista es unánime. Para empezar, citaremos la afirmación de un asesor educativo que siguió el proceso de un grupo de Toulouse que trabajaba en electricidad: *“Estoy impresionado porque estos estudiantes saben mucho más acerca de un circuito cerrado que los estudiantes regulares de 5° grado”*. SB añade: *“Han adquirido un conocimiento sobre electricidad que no se limita al aula, pues pueden compartirlo con otros y relacionarlo con lo que saben de electricidad a nivel doméstico”*.

*“Como la clase es abierta”, comenta FB, “la gente pasa y mira; estudiantes de otros grupos vienen a ver el terrario. Entonces mis estudiantes pueden explicar qué hay en el terrario, abrirlo y mostrarlo, utilizando los términos correctos mientras lo hacen. Creo que se sienten bien de ser ellos los que saben”*.

Otro docente realizó un examen dos meses después de la secuencia y pudo verificar que los alumnos recordaban lo que habían hecho y aprendido dos meses antes, lo que no sucedió en otras áreas de estudio.

*La main à la pâte* enfatiza particularmente la relación entre ciencia y lenguaje. Aunque algunos alumnos tengan dificultades para escribir, ha sido posible desarrollar el vocabulario, como afirma MB: *“Puedo percibir una evolución a nivel oral. Son más capaces de analizar y explicar lo que han hecho (...) Algunos estudiantes que tienen problemas de articulación han realizado un esfuerzo para que otros puedan entenderlos, utilizando vocabulario adecuado”*. SB, cuyos estudiantes sabían leer, procedió de la siguiente manera: *“Al principio, cuando empezamos a hablar de electricidad mientras observaban el carrusel, algunos hablaban mucho, utilizando con frecuencia palabras como ‘cosa’, ‘eso’, ‘aquí’, ‘allá’ (...) Cuando empezamos a utilizar vocabulario técnico para designar cables, motores, pilas, ejes, bandejas de cables, soportes, etc. (...) hablaban menos, pues aún no dominaban el vocabulario y yo impuse como requisito el uso de los términos correctos. Pasamos por un corto periodo de dificultad en la expresión, y después, conforme el vocabulario empezó a volverse natural (eje, soporte, terminal, pila, etc.), hubo tanta participación oral y escrita como antes, pero con un lenguaje mucho más preciso”*.

### 3- 6 REGISTRO ESCRITO

#### 3- 6 - 1 CUADERNO

Debemos recordar nuevamente que los grupos en cuestión son muy heterogéneos. En un mismo grupo podemos encontrar alumnos con edades que van de los 7 a los 12 años; algunos saben leer y otros no; algunos pueden escribir y otros no; hay diferencias enormes en las habilidades de aprendizaje.

Aún así, dada la importancia que *La main à la pâte* le asigna a la escritura y a la fluidez en el lenguaje, a partir del segundo año impusimos la regla de que todos los estudiantes debían tener un cuaderno de ciencias como parte del proyecto, lo que no ocurría en todos los grupos por ese entonces. Adicionalmente, pensamos que obtendríamos información valiosa sobre el potencial de dichos alumnos a partir de sus dibujos, sus diagramas y su escritura. Con dos excepciones, todos los docentes proporcionaron un cuaderno a cada alumno desde el principio de la secuencia. Los dos profesores que no utilizaron cuadernos recabaron el trabajo de los alumnos en hojas sueltas: *“Como no tenían cuadernos, hicieron sus dibujos en hojas sueltas numeradas; yo las recogí y guardé (...) después hice a mano un cuaderno para cada alumno”*. A partir de entonces, todos los estudiantes de los grupos involucrados en el proyecto tuvieron un cuaderno de ciencias, un cuaderno propio. SG: *“Ha sido un placer recibir este cuaderno nuevo”*. FB: *“Al principio les pareció un poco raro, pero rápidamente se acostumbraron a él”*. ID: *“Algunos estudiantes lo revisan cada vez que hablamos de electricidad. Yo no les pido que lo hagan. Para consultar las hipótesis, muchos utilizan su cuaderno”*. EA: *“Este cuaderno es muy importante para ellos porque los sitúa inmediatamente en el tema que estamos trabajando. (...) El cuaderno de experimentación es una piedra angular para ellos”*. NK: *“Lo bautizaron ‘Cuaderno del investigador’ y están muy orgullosos de él (...) No les gusta prestarlo, quieren conservarlo”*. A y E: *“Tienen apego por el aspecto material: es su propio cuaderno”*. PS: *“Se pusieron muy contentos al recibir el cuaderno de experimentación y lo utilizaron mucho (...) Se presentó el aspecto lúdico, algo diferente de lo usual, así que estaban entusiasmados”*.

#### 3- 6 - 2 EL PAPEL DEL ERROR Y LOS ESCRITOS INTERMEDIOS

La gran mayoría de los docentes creen que aprendemos al cometer errores. Citaremos a SB, quien resume el pensamiento conjunto: *“Me pareció interesante mostrarles que, para aprender, es necesario cometer errores. Está escrito en la puerta del aula, pero es un enfoque que tratamos de aplicar a todo el aprendizaje, no sólo a la educación científica. Y*

en cada ocasión resultó interesante repetir lo ya hecho y comprobar si las suposiciones, las observaciones, las conclusiones de entonces eran correctas, y hacer ver que es precisamente mediante ensayo y error que surgen las cuestiones importantes. De esta manera, si obteníamos un resultado diferente al que habíamos imaginado, algo que sacudiera ligeramente nuestras suposiciones originales, era justamente esa diferencia entre la hipótesis y el resultado la que permitía el aprendizaje, mediante la relación entre el error que cometí y el resultado que lo contradice. Me pareció interesante decirme a mí mismo, desde el punto de vista del conocimiento y la metodología en ciencia pero también para adquirir confianza en mí mismo: 'Bueno, en efecto la vez pasada estábamos equivocados, pero...' Los estudiantes no lo experimentan como algo negativo (...) ¡Eso es todo! No hay drama: estaba equivocado porque estaba utilizando una representación errónea pero, gracias a eso, pude razonar y construir algo: un experimento, un dispositivo, un circuito (...) que me permitió aprender, así que ya no cometeré el mismo error otra vez". EA dice de manera similar: "Lo que trato de decirles es que todos cometemos errores, así que debemos intentar aprovecharlos. La ciencia permite asignarle un papel al error, construir a partir de él. En concreto, constatamos que una hipótesis es falsa, lo cual los incita a tomar riesgos, a soltarse". En los testimonios pueden encontrarse muchas otras afirmaciones similares. Todos concuerdan en que el error es parte del aprendizaje.

Pero, ¿estudiantes y profesores están de acuerdo en que hay escritura y dibujos incorrectos en el cuaderno? Algunos docentes consideran que en el cuaderno debe aparecer lo que llaman 'desarrollo': "Tratamos de terminar cada sesión con una especie de conclusión que responda la pregunta y cuyo enunciado sea muy sencillo". Durante un día de estudio, profesores que habían trabajado en el contenido del cuaderno afirmaron: "También hay ensayos, errores, intentos diversos. Cuando se trabaja previamente con los alumnos acerca del papel que tiene el error en el aprendizaje, se evitan interrupciones en el proceso de los estudiantes".

Sin embargo, no siempre es fácil aceptar este tipo de "desarrollo", como por ejemplo, mostrar los dibujos erróneos que se hicieron en el cuaderno. Entonces algunos docentes nos dijeron que habían pedido a los alumnos que hicieran dibujos individuales en hojas sueltas, y a partir de ellos construyeran colectivamente en su cuaderno EL DIBUJO que mejor representara el experimento. Otros profesores encontraron problemas con los estudiantes, como puede apreciarse en las citas

que aparecen a continuación: *“Tenían perfectamente claro que todos los experimentos debían reportarse en el cuaderno de experimentos, pero algunos no querían estrenarlo porque lo consideraban un producto terminado, como un libro de texto”*. De hecho, es tradicional en la escuela francesa que los estudiantes tengan dos cuadernos: uno para la revisión (donde, en principio, todo lo que aparece es correcto) y otro cuaderno “en sucio”. En este proyecto, tras experimentar y reflexionar, algunos estudiantes consideraron que en el cuaderno sólo debería estar lo que había resultado exitoso; mostrar lo que sabían y lo que podían hacer en lugar del proceso de aprendizaje, con sus errores y dificultades.

### 3- 7 ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS Y ADAPTACIONES

La opinión de todos los docentes es **unánime**: los estudiantes necesitan, además de seguir **estrategias didácticas** que les ayuden a aprender, tiempo para hacerlo. Por lo tanto, varios profesores llevaron a cabo algunas de las sesiones propuestas a lo largo de dos o tres sesiones efectivas.

En lo que se refiere a rituales, un grupo de trabajo llegó a la siguiente conclusión durante un día de estudio: *“El ritual (o los rituales) de apertura de la sesión es importante porque permite organizar el tiempo y el espacio. Suele ser el momento de recordar el contenido de la sesión anterior, a veces con ayuda del cuaderno. Durante la actividad, se observaron rituales principalmente al adjudicar diversas posiciones de responsabilidad (jefe del equipo, mesa, tiempo, etc.). Un ritual para cerrar la sesión permite que los estudiantes emitan oralmente su opinión acerca del trabajo realizado, primero desde un punto de vista personal (¿te gustó? ¿por qué?) y después con un énfasis en su propio aprendizaje. En conclusión, los rituales dan seguridad y sirven para canalizar el esfuerzo. Permiten ahorrar tiempo y proporcionan referencias temporales, que disminuyen la ansiedad de algunos estudiantes. Por otra parte, permiten manejar mejor los conflictos debido a su efecto estructurador y tranquilizador”*.

Prácticamente todos los docentes utilizaron carteles o periódicos murales de diversos tipos, que construyeron con o sin ayuda de los estudiantes. A continuación mostramos algunos ejemplos. SG: *“Siempre manteníamos un registro escrito, ya fuera en el pizarrón, cuando queríamos continuar al día siguiente, o como carteles con fotografías que se pedían a los estudiantes como contribución regular”*. FB: *“Pegábamos en la pared lo que se había hecho la sesión anterior, principalmente dibujos. Cuando nos poníamos de acuerdo sobre un diagrama, yo hacía el dibujo en una hoja de papel”*. AD: *“Manteníamos un periódico mural en un rincón del*

salón, para tener un registro de las sesiones previas". N: "Les entregaba material gráfico, que podía consistir en tablas, textos cortos que resumían el conocimiento adquirido, pictogramas o etiquetas con una o dos palabras para apoyar el razonamiento científico". P y E: "Durante las sesiones notamos lo que los estudiantes decían, sus observaciones, sus reflexiones, que ellos registraban en vivo. Mostramos el registro de lo que los estudiantes nos habían dicho". Algunos docentes utilizaron tarjetas de vocabulario para fortalecer la memoria de los estudiantes y permitirles experimentar nuevamente la actividad.

### 3- 8 RELACIÓN CON ESTUDIANTES DE GRUPOS REGULARES

La mayoría de los docentes ha encontrado que su enseñanza ayuda a los estudiantes a mejorar la confianza en sí mismos y su autoestima. Esto ha sido particularmente evidente en los grupos que operan en escuelas primarias, en contraposición con aquéllos que toman clase en institutos y hospitales. Sin embargo, varios profesores se han asegurado de que sus alumnos interactúen con grupos de estudiantes que no tienen discapacidades.

De esta manera, SB pidió a cada uno de sus estudiantes que construyera un carrusel eléctrico. Una vez terminada la secuencia, se mostraron los carruseles a toda la escuela, y los estudiantes sin discapacidades también quisieron construir el suyo. Se decidió que los alumnos de *CLIS* asesorarían a los estudiantes del grupo CM 1 (K-4°) mientras hacían sus carruseles, compartiendo sus conocimientos y habilidades. Entonces los estudiantes de *CLIS* fungían como guías de los estudiantes regulares. Todos (o casi todos) se aguantaron las ganas de decir directamente lo que sabían y permitieron que sus compañeros aprendieran mediante sus propios errores. A partir de entonces su visión se transformó: tal vez no fuera mucho, pero mostraba que los estudiantes de *CLIS* tenían algo que enseñar, algo que transmitir a los "grandes de CM 1".

En otra institución, los estudiantes de *CLIS* se convirtieron en el foco de atención de toda la escuela gracias a la cría de mariposas. Los alumnos de todos los otros grupos fueron a su salón regularmente durante tres semanas, y los estudiantes de *CLIS* presentaron y explicaron su trabajo con precisión. Esta experiencia ayudó a cambiar el sistema de valores de la institución y la forma en que los estudiantes regulares consideran a los que pertenecen a *CLIS*.

En otra escuela, BP visitó otros grupos con sus estudiantes, de manera sistemática una vez al año, al terminar una secuencia de aprendizaje. Para empezar, aplicaban un cuestionario breve sobre el tema de la secuencia. Por ejemplo, después de trabajar con flotabilidad, preguntaban si diversos objetos flotaban o se hundían en el agua. De esta manera, los estudiantes de *CLIS* se dieron cuenta de que los alumnos regulares tenían las mismas dificultades conceptuales que ellos.

Como un último ejemplo, varios grupos de un instituto trabajaron con alumnos regulares (lo que es raro) durante tres años, lo que también transformó muchas cosas y contribuyó a mejorar tanto la autoestima de los niños con discapacidades como la imagen que presentan a niños que no las tienen.

### 3- 9 ¿Y QUÉ HAY DE LOS DOCENTES?

Muchos profesores de primaria y profesores especiales no habían recibido instrucción científica a nivel universitario. Al trabajar con estudiantes que requerían educación especial, preferían enseñar cursos básicos, como francés y matemáticas. Una de las razones para este comportamiento es que los alumnos con discapacidades tienen menos horas de clase que los estudiantes regulares, pues requieren cuidados especiales mientras están en la escuela. Aún en las pocas ocasiones en que se trataban temas científicos, antes de que los docentes se involucraran en el proyecto *Handisciences*, la enseñanza solía tener lugar de manera vertical, como transmisión de conocimientos, y los estudiantes casi nunca tenían la oportunidad de investigar. Entonces resulta evidente que una educación científica basada en la investigación, como la que propone *La main à la pâte*, fuera ampliamente apreciada por los docentes involucrados en este proyecto. **Todos** ellos expresaron el deseo de seguir trabajando temas científicos con sus estudiantes de acuerdo con una pedagogía basada en la investigación. En 2017 se envió un cuestionario a los profesores que habían participado; sólo recibimos 16 respuestas, pues algunos se habían jubilado, otros estaban en un puesto o en una escuela diferentes. De los 11 que ese año continuaban trabajando con un grupo *CLIS* (que, en teoría, ya no deberían haber seguido existiendo), todos seguían tratando temas científicos con sus alumnos. De los 16 profesores que respondieron al cuestionario, diez carecían de instrucción científica previa al proyecto. De esos diez, ocho afirman sentir más confianza, tanto dentro del aula como al consultar fuentes para preparar las sesiones.

Además, comunican que este tipo de enseñanza tiene un impacto positivo en el desarrollo del lenguaje oral, en la adquisición de conocimientos y en el razonamiento. Ocho de ellos hacen notar que también ayuda a la inclusión de los alumnos en un equipo y en el grupo. Una consecuencia, no necesariamente predecible de antemano, es el hecho de que el enfoque sugerido ha sido transferido a otras materias, como puntualiza EP: *“Los estudiantes desarrollaron una postura muy activa como investigadores. Esta actitud de investigación ha sido transferida a otras materias. Por ejemplo, durante las sesiones de lectura los estudiantes identifican la existencia de hipótesis que pueden proponerse y ponerse a prueba”*. EA: *“Las actitudes se transfirieron al área de matemáticas. No se contenían, no tenían miedo de cometer errores”*. CT: *“El método anima a los estudiantes a mantenerse activos, lo que tiene un impacto en otras materias”*. Durante el día de estudio de 2012, un docente afirmó que: *“Esta forma de trabajar ha suscitado la curiosidad de los estudiantes, lo que puede notarse en otras actividades que tienen lugar en el aula. Han adquirido el hábito de observar, así que se toman el tiempo necesario para entender y reflexionar en los cursos de matemáticas y francés, cuando antes solían empezar una tarea inmediatamente, sin cuestionarse lo que estaban haciendo”*.

Por otra parte, parece que el protocolo sugerido para los docentes permitió que muchos de ellos mejoraran su preparación. Las entrevistas fueron importantes porque, además de ayudar a la generación de contacto humano, permitieron anticipar el desarrollo de las sesiones, reflexionando juntos en preguntas que los docentes no siempre se habían hecho con antelación. Algunos pocos dijeron preferir seguir teniendo la opción de consultar a un científico en caso necesario. Todos apreciaban mucho el día del estudio y compartían su propio desarrollo profesional, como afirmó MD: *“Elegí participar en este proyecto porque quería aumentar la profundidad de mis reflexiones científicas en la escuela y deseaba conocer a otros profesionales para compartir nuestras experiencias. Ahora llevo a cabo más educación científica basada en la investigación que nunca antes”*. Parece que los profesores que carecían de instrucción científica adquirieron la capacidad de enseñar ciencias sin ayuda, después de tres años de participar en el proyecto *Handisciences*. Además, el proyecto permitió que los docentes con conocimientos científicos desarrollaran un proceso de investigación, como lo indica SG: *“Antes de Handisciences, yo enseñaba ciencia, pero no necesariamente con base en la investigación. Cada año aprendemos cosas nuevas, y debemos escoger una o dos áreas en las cuales enfocarnos (...) Sí, me*

*impulsó a considerar la cuestión con una seriedad y una intensidad mayores (...) Creo que ahora podría hacerlo mucho mejor sin necesidad de apoyo. Considero que también hemos adquirido mejores reflejos”.*

#### 4- DISCUSIÓN

Nuestros resultados respecto a la educación de gente joven con discapacidades son similares a los de Scruggs y Mastropieri (1994): de acuerdo con los docentes, el proceso de investigación vuelve a los alumnos más activos y más atentos, además de desarrollar su curiosidad. Apropiarse de este enfoque también transforma la capacidad de argumentar que muestran los estudiantes; se vuelven capaces de “construir dentro de su cabeza”, es decir, de hacer preguntas, suponer situaciones diversas, o simplemente tener ideas e intercambiarlas con otros, estar activos en clase. La investigación y la manipulación conducen también a la fácil memorización de conocimientos descubiertos de manera práctica, lo que concuerda con el trabajo de Nolet y Tindal (1993). Los docentes concuerdan de manera unánime en los beneficios que este enfoque tiene para el aprendizaje de los estudiantes, la adquisición de conocimientos y habilidades, y sus contribuciones tanto al trabajo grupal como al trabajo por equipos, con las repercusiones en el ambiente del aula que esto conlleva. Los alumnos aprenden a trabajar juntos y a desarrollar habilidades sociales, como escuchar y ayudar a otros, pero también alcanzan una mejor comprensión tanto de sí mismos como de los demás.

Los docentes afirman que este tipo de enseñanza vuelve a los estudiantes más curiosos, más activos, más atentos y motivados. Todos hacen notar que sus alumnos disfrutaban mucho cuando trabajan en temas científicos. También comparten sus descubrimientos sobre habilidades insospechadas de los estudiantes, así como la capacidad que tienen para trabajar en equipo, cuando en ese tipo de grupos se acostumbraba considerar a cada estudiante de manera individual, debido a las diferencias en edad y tipo de discapacidad. Trabajar por equipos permite que estos niños adquieran cierta autonomía, escuchen a otros y los respeten, lo que con frecuencia repercute de manera positiva en su autoestima. De manera similar, algunos profesores indican que el trabajo por equipos ayudó a que los líderes se integraran de manera más horizontal y los tímidos se afirmaran como parte importante del equipo. La mayoría de los docentes tuvieron una agradable sorpresa al descubrir la capacidad de sus estudiantes para razonar y establecer relaciones con su vida cotidiana. También afirman que la manipulación no sólo facilita la comprensión

de los estudiantes sino que les permite recordar lo que hicieron y memorizar los conceptos más relevantes. Por supuesto, concuerdan en que no debemos restringirnos únicamente a la manipulación. De manera similar, los alumnos tímidos e inseguros con frecuencia expresan muchas ideas durante la construcción de un objeto concreto (como en el caso del carrusel eléctrico). Finalmente, un comentario que suele aparecer en los reportes de los docentes es que este tipo de enseñanza ayuda a que los estudiantes adquieran confianza en sí mismos. Esto se debe, en parte, a que los alumnos hacen suyo el enfoque que suelen llamar “de ensayo y error”. Los niños son capaces de sugerir ideas e incluso hipótesis bien formadas, y de verificarlas experimentalmente. El hecho de proponer algo que resulte ser erróneo ya no se considera una falla, sino un paso más en el proceso de aprendizaje. ¿Se deberá acaso a que el veredicto es emitido por la naturaleza y no por un humano adulto? Sin embargo, algunos estudiantes, e incluso algunos profesores, no se animan a registrar en el cuaderno de ciencias dibujos intermedios que pudieran estar equivocados. En general, es importante que los alumnos hayan entendido que aprendemos a partir de cometer errores y que no está mal dejar un rastro o registro de dichos errores (siempre y cuando, claro está, no sea lo único que haya en el registro).

En lo que respecta al lenguaje, aunque la mayoría de esos niños tienen dificultades para leer y escribir, suelen ser capaces de realizar dibujos y diagramas de gran calidad. Los dibujos como elemento intermedio ayudan a algunos estudiantes a superar su bloqueo en relación con la escritura. Sin embargo, para la mayoría de los docentes sigue siendo difícil encontrar una buena estrategia para lograr que sus alumnos adquieran vocabulario específico.

Un último comentario: a partir de este trabajo resulta claro que los estudiantes que participaron en el proyecto presentan dificultades de aprendizaje a las que es necesario adaptarse, pero también que dichas dificultades no se manifiestan directamente en el área de la enseñanza científica, como afirma AD, quien trabaja con grupos regulares: *“El trabajo que realizo en el grupo CE 1 (K-2° grado) es muy similar al que hago con estos grupos. No encontré ninguna dificultad específica en el grupo de CLIS, con excepción de la menor capacidad para leer y escribir”*. De manera similar, un estudiante de la *École Polytechnique* escribe en su reporte: *“Los estudiantes de CLIS tuvieron un nivel de retención similar [que los estudiantes de CE 1]”*. Entonces parece que las dificultades conceptuales en temas científicos surgen en todos los

estudiantes, tengan o no discapacidades. Vimos algunos ejemplos en la sección “Relación con estudiantes de grupos regulares” y otros aparecen en un artículo de la reseña Grand N (Saltiel y Heitz). Así, Elisabeth Plé<sup>3</sup> hace notar que las dificultades en la enseñanza de la ciencia son de la misma naturaleza en estudiantes regulares que en alumnos de CLIS, pero amplificadas en el segundo caso. ¿Será por eso que los docentes no se enfocaron en las dificultades específicas que presenta cada niño a causa de su discapacidad?

De esta forma, parece que el enfoque propuesto por este tipo de educación científica es similar a una pedagogía adaptada.

### 5- CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS

Todos estos resultados indican que la práctica de la educación científica basada en la investigación otorga una gran cantidad de beneficios a los estudiantes que tienen necesidades educativas especiales: placer, un aumento en la curiosidad, conocimientos, autoestima, respeto hacia otros, desarrollo del lenguaje (principalmente a nivel oral) y un trabajo colectivo enriquecedor.

Aunque a veces se requiera un tiempo más largo para implementar el proceso, es notable que la mayor parte de las dificultades (especialmente las conceptuales) que encuentran estos niños son de la misma naturaleza que las que se presentan en grupos de estudiantes regulares. Podría decirse que dar clase a estudiantes con discapacidades permite observar más de cerca varias dificultades que los estudiantes regulares suelen encontrar, lo que permite planear estrategias acordes con antelación. En cierta manera, las discapacidades no deben verse como un problema sino como un recurso. Todos estos resultados merecen ser confirmados, además de que es necesario profundizar más, tanto en términos de dificultades conceptuales que puedan presentarse a los estudiantes como de posibles adaptaciones para enfrentarlas.

Otro aspecto de este trabajo es la instrucción de los docentes. El protocolo del proyecto se diseñó de manera que no sólo ayudara a los profesores en la práctica científica, sino que nos proporcionara información sobre la naturaleza de las dificultades encontradas tanto por maestros como

---

<sup>3</sup> comunicación personal

por alumnos, al tiempo que se evaluaba la contribución del proyecto en este aspecto. Este protocolo, que proporcionó a los docentes recursos humanos y pedagógicos, tomó la forma de una herramienta de instrucción vocacional. Los profesores que participaron en el proyecto adoptaron rápidamente el enfoque sugerido. Pudimos darnos cuenta de que este sistema, además de permitir que los maestros entendieran que la enseñanza de la ciencia es tan importante como la de francés o matemáticas, también los dejó preparados para conducir una secuencia sin necesidad de apoyo. Las secuencias sugeridas han tenido mucha aceptación y han resultado de ayuda porque, como algunos afirman, les han permitido reflexionar con más cuidado sobre las adaptaciones necesarias. Dichas secuencias<sup>4</sup> se vieron enriquecidas por los comentarios y consejos de los profesores, recopilados en las entrevistas y durante los días de estudio. Todos apreciaron estos días porque generaban discusiones fructíferas entre colegas, además de conducir a adaptaciones insospechadas y a interacciones entre educadores y científicos. Si hay algo que no debe eliminarse, opinan los docentes (de manera unánime), son los días de estudio. Adicionalmente, parece que el protocolo elegido para este proyecto puede inspirar cierto tipo de instrucción útil para los profesores. ¿Debería experimentarse más con esto?

Todo lo anterior hace que surjan ciertas preguntas acerca de los maestros de grupos regulares. ¿No deberían los docentes regulares trabajar más frecuentemente con los profesores especializados? Sería interesante que pudieran participar como observadores en clases para estudiantes con discapacidades.

#### REFERENCIAS

- Bardel C. y Triquette E. (2006) Grand N "A l'école des sciences", tomo 1, 147-164.
- Bay, M., Staver, J., Bryan, T. y Hale, J. (1992). Science instruction for the mildly handicapped: Direct instruction versus discovery teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 555-570.

---

<sup>4</sup> Actualmente están disponibles 19 secuencias en los sitios web de INSHEA (<http://handisciences.inshea.fr/spip.php?rubrique4>) y *La main à la pâte* (<http://www.fondation-lamap.org/disability>)

- Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Charpak, G. (Ed.) (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*, Paris: Ed. Flammarion.
- Charpak, G., Léna, P. y Quéré, Y. (2005). *L'enfant et la science*, Paris: Ed. Odile Jacob.
- Dalton, B., Morocco, C. C. y Tivnan, T. (1997). Supported inquiry science: Teaching for conceptual change in urban and suburban science classrooms. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 670–684.
- Figdor C. y Decker S. "Scientific breakthroughs in the classroom" Science education Hub Raboud University, Nijmegen, Países Bajos ([www.wkru.nl/english/](http://www.wkru.nl/english/)).
- Flandé Y. (2003) Le pendule comme support d'hypothèses *Bull. Un. Phys.*, vol 97 n° 850, 85-98.
- Glaser B. y Strauss A. (1967) *The discovery of grounded theory strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine de Gruyter.
- Harlen W. (2012) "Learning through inquiry" disponible en <http://www.fondation-lamap.org/page/9529/fibonacci-projet-europeen>
- Irving, M.M., Nti, M. y Johnson, W. (2007). Meeting The Needs Of The Special Learner In Science. *International Journal of Special Education*, 22(3), 109-118.
- McCarthy, C. B. (2005). Effects of thematic-based, hands-on science teaching versus a textbook approach for students with disabilities. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 42, 245-263.
- Miller, J. y Cawley, J. (1987). *Training elementary school teachers for science in special education*. Manuscrito inédito, University of New Orleans.
- Nolet, V. y Tindal, G. (1993). Special education in content area classes: Development of a model and practical procedures. *Remedial and Special Education*, 14(1), 36-48.
- Patton, J. R., Polloway, E. y Cronin, M. (1990). *A survey of special education teachers relative to science for the handicapped*. Manuscrito inédito, University of Hawaii.
- Saltiel E. (2006). *Methodological guide for teachers*, disponible en: [www.pollen-europa.net](http://www.pollen-europa.net)
- Saltiel, E. y Heitz, M.H (2015) *Faire faire des sciences à des élèves à besoins particuliers : un problème, une ressource ?* Grand N N° 95.
- Sarmant, J. P., Saltiel, E. y Léna, P. (2011). *La main à la pâte. Implementing a plan for science education reform in France*. In G. DeBoer (Ed.), *The role of public policy in K-12 science education*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Scruggs, T. E. y Mastropieri, M. A. (1994). The construction of scientific knowledge by students with mild disabilities. *Journal of Special Education*, 28, 307–321.
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A. y Sullivan, G. S. (1994). Promoting relational thinking skills: Elaborative interrogation for mildly handicapped students. *Exceptional Children*, 60, 450–457.
- Worth K., Duque M. y Saltiel E. (2009). *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education*, disponible en: [www.pollen-europa.net](http://www.pollen-europa.net)

# PILAR REYES

Se graduó de profesora de Biología en 1989 en la Universidad de Concepción, es Máster en Didáctica de las Ciencias mención Biología, donde logró el primer lugar de su generación. Obtuvo el doctorado en Educación en la Universidad de Warwick, Inglaterra en 2001.

En el 2007 comenzó a dirigir el Programa ECBI, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Actualmente, lidera el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación en diversas comunas en Chile, con el claro propósito de brindar educación científica de alta calidad para todos los niños y niñas.



## MODELO DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS DOCENTES PARA EL AULA DIVERSIFICADA, EXPERIENCIA DESDE EL PROGRAMA INDAGACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS - ICEC

.....  
Convenio Mineduc y Universidad de Chile,  
Región Metropolitana, Chile

Pilar Reyes  
Andrea Elgueta  
Irene Reyes

### CONTEXTO

El equipo del Programa Educación en Ciencias Basado en la Indagación - ECBI de la Universidad de Chile, desde el año 2015 a la fecha, ha desarrollado en **colaboración** con el Ministerio de Educación, dos cursos de *Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC)* destinados a docentes de educación regular, y dos cursos ICEC con foco en la enseñanza diversificada pensado para docentes de escuelas especiales y establecimientos con programas de integración, que tienen el propósito de promover y asegurar el acceso al currículum nacional vigente, para todos los y las estudiantes, incluyendo a aquellos que tienen discapacidad intelectual, múltiple, sensoriales o motoras, poniendo el foco en las necesidades de apoyo para el acceso al aprendizaje que requieren. Estos cursos de formación en servicio están dirigidos para educadoras de párvulos, profesores de educación básica, educadoras diferenciales y profesores de educación media con especialidad de biología, química y física.

La **metodología** utilizada para hacer el diseño instruccional del curso se basó en la pedagogía indagatoria, donde el participante es el protagonista de sus aprendizajes y los relatores del curso un guía en la construcción conceptual y metodológica. El diseño combinó clases presenciales aplicando una variedad de estrategias que – fundamentadas en la metodología indagatoria – incluyeron, trabajo práctico, tutorías grupales, talleres colectivos de discusión y reflexión, talleres técnicos de apoyo a la planificación, análisis de casos, análisis de trabajos personales y grupales, análisis de cuadernos de ciencias, elaboración de instrumentos didácticos, muestras de aprendizajes y sesiones de reflexión de las acciones realizadas. También incorporó tecnología y contenidos multimedia en plataforma Moodle para mejorar la interacción entre pares y en consecuencia los aprendizajes de los docentes participantes. Entre las estrategias multimedia utilizadas están los foros, wikis, trabajos grupales y acceso a variedad de recursos de aprendizajes.

Es así como el curso b-learning de 400 horas diseñado en primera instancia por el equipo de 13 universidades del país y en un segundo momento cada universidad le dio su sello institucional, se estructuró basado en las convicciones de la **pedagogía indagatoria**, el que incorpora las fases de identificación del contexto a trabajar, donde se presentan las ideas a desarrollar, se familiariza con el tema específico a tratar, para luego pasar a conocer las ideas y experiencias de los participantes. Es en esta fase donde emergen las experiencias de cada uno y del grupo, se hacen explícitas las diversas concepciones construidas en años sobre la educación en ciencias en los diversos niveles del sistema educativo.

La misión del programa ICEC con foco en la diversidad con sello Universidad de Chile, es hacer crecer las ideas de la pedagogía indagatoria, a través del cambio o reestructuración de los constructos adquiridos por los docentes durante su práctica profesional, por lo que se promueve mucha interacción entre pares y relatores, ya sea vía presencial o virtual. Lo importante es ir clarificando los pensamientos de cada uno de los docentes participantes, a través del intercambio de experiencias, promovidas en contextos amables y seguros donde se exponen las situaciones conflictivas y también se ofrecen herramientas para avanzar en su solución. La construcción de nuevas ideas se produce a lo largo del desarrollo del curso de 8 meses de duración.

Para probar su funcionalidad, se invita a los docentes a aplicar sus nuevos aprendizajes, ya sea a nivel de diseño, o en forma directa en sala de clases,

donde se obtienen datos de cómo se logra el aprendizaje en sala de clases con foco en la diversidad. Posteriormente se procesa la evidencia o los resultados de la aplicación en aula, y en función de lo sucedido se contrastan las ideas iniciales del docente con las nuevas ideas logradas en cada unidad. Se comparten las vivencias y se hace consciente una metodología para enfrentar la educación en ciencias inclusiva desde el nivel parvulario a educación media, como la instalación del razonamiento pedagógico para la mejora continua.

El enfoque de evaluación que se aplicó fue el de “evaluación para el aprendizaje”, en el que la evaluación formativa no es algo que sucede de vez en cuando; sino que es parte integral del proceso de enseñanza y de aprendizaje, y de la toma de decisiones pedagógicas. Esto sucedió durante todo el curso, lo que permitió reconocer las fortalezas, debilidades y pasos a seguir para mejorar sus aprendizajes que fue la base para tomar decisiones y así promover el progreso de cada uno de ellos y a su propio ritmo, orientado al logro de las metas propuestas, es decir aplicar progresivamente la pedagogía indagatoria con foco en la diversidad en sala de clases.

La **colaboración**, es clave resaltarla, es un concepto que guio la acción y no tan sólo para desarrollarla en los docentes participantes, sino que se vivió, y vive, al interior del equipo responsable del curso. Cada módulo fue trabajado entre dos o tres miembros del equipo, lo que implicó responsabilidad compartida en la entrega presencial de la clase como en la tutoría virtual durante la semana. Esta capacidad de colaboración se promovió en todo momento y se hizo más tangible en las comunidades profesionales de aprendizaje que se formaron para continuar el trabajo una vez graduados los docentes. Este trabajo colaborativo permitió la articulación de las distintas unidades del curso, lo que generó una integración y consolidación de los principales aspectos la indagación científica con énfasis en la diversificación de la enseñanza.

La experiencia del Programa ECBI en el área de Educación Especial fue, iniciada en 2007 a través de un convenio de colaboración entre la Universidad de Chile y el MINEDUC, lo que implicó el trabajo con dos escuelas especiales para niños con discapacidad intelectual en Santiago. Más adelante, en 2016, estas escuelas pasan a formar parte de la experiencia de la Universidad de Chile en el Programa ICEC, donde 6 profesores de educación diferencial, siendo una de ellas Sorda, integran el curso. Presentándose de esta forma, nuevos desafíos en el ámbito de la

educación especial, los que se han transformado en oportunidades para el desarrollo profesional docente que permiten avanzar hacia la inclusión.

A partir de estas experiencias en general y en particular con las 6 docentes ICEC graduadas, observamos en los y las estudiantes que ellas atienden, el fortalecimiento de habilidades de comunicación, desarrollo del lenguaje, el acceso al curriculum y a la participación en experiencias de aprendizajes de ciencias. En este proceso, aprenden a utilizar diferentes instrumentos científicos como lupas, termómetro, balanzas para hacer diferentes medidas, y desarrollar habilidades científicas como la exploración, la observación, la planificación y conducción de los experimentos, comparación, medición y anticipación. Además, permitió observar actitudes científicas tales como la autodisciplina en el grupo, habilidades de trabajo en equipo y finalmente todo este proceso los llevó a mejorar la autoestima de los estudiantes que vivieron las experiencias aprendidas por las docentes en el Programa ICEC.

Los profesores, mejoraron sus prácticas pedagógicas. Reconocían la pedagogía indagatoria como un enfoque innovador, colaborativo y reflexivo para enseñar ciencias a estudiantes con necesidades educativas especiales. Ellos aprendieron a planificar su trabajo en grupos heterogéneos, donde pudieron compartir y preparar variedad de recursos para promover la progresión de los aprendizajes de sus estudiantes. Después de haber completado su formación en ICEC 2015 e ICEC 2016, enseñar ciencias para ellas ya no era una amenaza, sino un desafío que pueden tratar como un equipo. Evidencia de ello, es el proyecto que desarrollan actualmente, que consiste en elaborar un diccionario con conceptos científicos en lengua de señas chilena, para estudiantes sordos, en conjunto con el Programa EXPLORA de Chile, que tiene como misión divulgación científica para todos.

Es importante reconocer también, el trabajo realizado por otros equipos a nivel mundial, como INNOVEC en México, y *“La main à la pâte”* en Francia, que nos han inspirado, nos han hecho avanzar, aprender y ampliar nuestro contexto de trabajo y lo más importante, nos ha permitido contribuir a construir una sociedad más respetuosa e inclusiva, y a una verdadera educación científica para todos los niños y niñas de Chile.

Para continuar sumando nuevos docentes de educación especial al cumplimiento del propósito del Programa ICEC en la Región Metropolitana, es altamente relevante, seguir trabajando en conjunto

con entidades como las Secretaría Regional Ministerial- SECREDUC, Departamentos Provinciales -DEPROV, y Direcciones de Administración en Educación Municipal-DAEM entre otros. Son ellos quienes aportan con el llamado a formar a los ciudadanos en todos sus niveles, asegurar la consolidación de las políticas públicas con equidad y participación, y respetando sus identidades locales, en nuevos contextos de un país globalizado y nosotros como Universidad de Chile, tenemos la misión de la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la Nación.

### DIAGNÓSTICO

Según lo dicho en el Artículo 11 de la Ley 20.903 en Chile, que crea el Sistema de Desarrollo Profesional Docente en el marco de la Nueva Carrera Docente y se establece que:

*“Los profesionales de la educación tienen derecho a formación gratuita y pertinente para su desarrollo profesional y la mejora continua de sus saberes y competencias pedagógicas. Los profesionales de la educación son responsables de su avance en el desarrollo profesional. Su objetivo es contribuir al mejoramiento continuo del desempeño profesional de los docentes, mediante la actualización y profundización de sus conocimientos disciplinarios y pedagógicos, la reflexión sobre su práctica profesional, con especial énfasis en la aplicación de técnicas colaborativas con otros docentes y profesionales, así como también el desarrollo y fortalecimiento de las competencias para la inclusión educativa (...) Esta formación considerará la función que desempeñe el profesional respectivo y sus necesidades de desarrollo profesional, como aquellas otras necesidades asociadas al proyecto educativo institucional, al plan de mejoramiento educativo del respectivo establecimiento educacional, a su contexto cultural y al territorio donde este se emplaza.”*

A nivel nacional, según los resultados obtenidos por el Sistema de Evaluación Docente Chileno, “lo prioritario de abordar en una formación en servicio pertinente consiste en incrementar oportunidades para que los profesores puedan realizar clases que impliquen una interacción pedagógica más significativa, por ejemplo, a través de preguntas que vinculen el contenido a enseñar con las vivencias de los estudiantes” (Mineduc, 2017). En esta dimensión del quehacer docente sólo un 16% de los docentes con Portafolio vigente obtienen el resultado esperado. En segundo término, figuran las capacidades críticas volcadas a la práctica de aula, en particular el análisis de los resultados de la evaluación que

los docentes aplican en miras de retroalimentar aprendizajes y otorgar mejor dirección al diseño y gestión de las clases. En este punto, sólo un 18% de los docentes figura en el estándar. Se desprende de lo anterior la necesidad de incrementar oportunidades de formación en servicio que orienten una reflexión crítica respecto de la clase que se diseña, implementa y, especialmente, la que se evalúa; y que ello decante en la obtención de evidencia que le permita a la mayoría de los docentes (y no a la proporción minoritaria, como hoy se observa) disponer de elementos de juicio para reforzar, modificar o enriquecer sus prácticas de aula.” (CPEIP Escucha a los Profesores, junio 2017).

A nivel regional, para los siete Departamentos Provinciales de la Región Metropolitana se identifican los siguientes ámbitos prioritarios de fortalecimiento profesional: *“la diversidad e inclusión, desarrollo de habilidades docentes y liderazgo en el espacio escolar, técnicas e instrumentos de evaluación, manejo de la asignatura que se imparte, enfoques y prácticas de aprendizaje contextualizado, la actualización e innovación metodológica docente”* (CPEIP Escucha a los Profesores, junio 2017. Pág. 27).

Por otra parte, también para el caso de la Región Metropolitana, se identifican las necesidades de desarrollo profesional docente extraídas de la lluvia de ideas y de la elección y evaluación de necesidades de Desarrollo Profesional Docente (DPD) dadas por los docentes. Las necesidades que emergen se expresan en el siguiente gráfico (Estudio Región Metropolitana de Diagnóstico Voces Docentes – CPEIP, junio 2017).

**Orden jerárquico de tipos de necesidades de DPD, según cantidad de talleres que la nombraron en la “lluvia de ideas” (paso 2). Región Metropolitana**

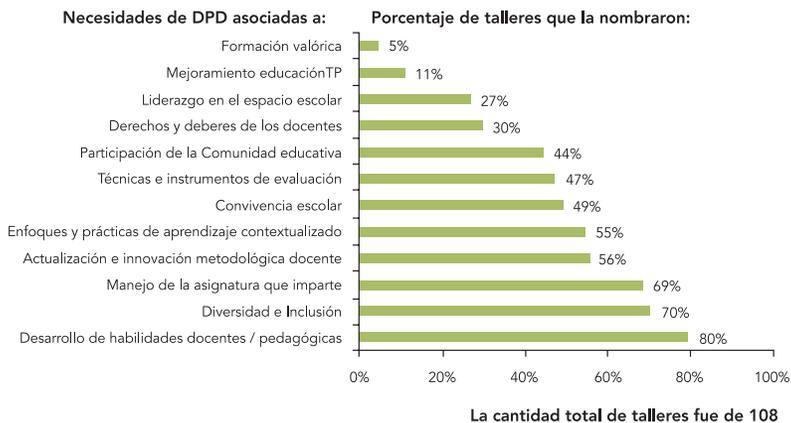


Figura 1. Identificación de las necesidades de desarrollo profesional docente - DPD

De acuerdo con los resultados de Evaluación de Portafolios en el proceso de Evaluación Docente, informado por la Secretaría Técnica Desarrollo Docente Territorial, mayo de 2017, referido a la distribución de capacidades docentes en la educación pública y su relación con los niveles de vulnerabilidad escolar se observa que:

Gráfico 2: Región Metropolitana de Santiago  
Porcentaje de estudiantes con primera prioridad Índice de Vulnerabilidad Escolar (IVE)

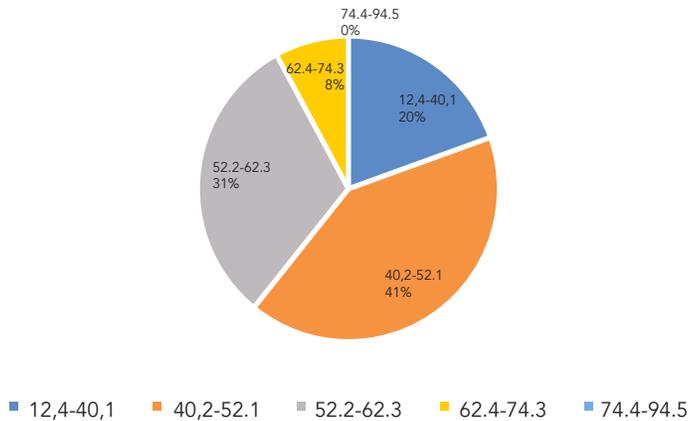


Figura 2. Niveles de vulnerabilidad escolar

Que en el 70% de las comunas de la RM existe entre un 40% a 60% de estudiantes vulnerables. El 8% de las comunas atiende en sus aulas entre un 62% a un 74% de alumnos de primera prioridad IVE. (Índice de Vulnerabilidad Escolar)

Gráfico 3: Región Metropolitana de Santiago  
Porcentaje de profesores Competentes y Destacados en la Región.

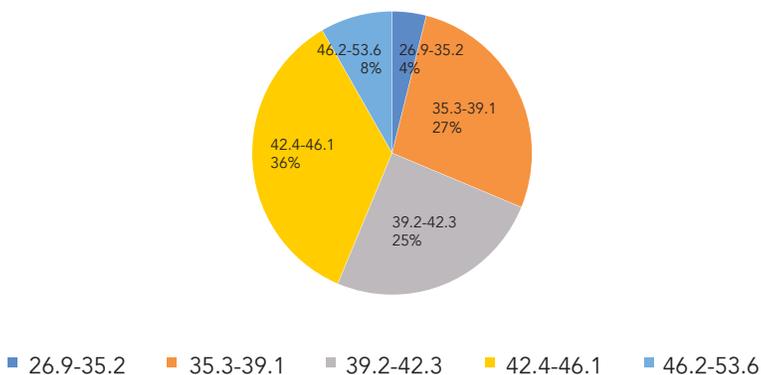


Figura 3. Nivel de competencias docentes observadas.

En este tercer gráfico, se presenta el porcentaje de profesores en categoría Competente y Destacado (C+D) en el Portafolio de la Evaluación Docente de la dotación municipal, es decir, todos los docentes que trabajan actualmente en cada comuna de la región y que han sido evaluados en algún periodo incluyendo 2015. Al respecto se observa, que en un 8% de las comunas de la RM el 50% de su dotación docente tiene un desempeño C+D. Y en el 80% de las comunas, aproximadamente, el 40% de su dotación docente tiene un desempeño C+D.

Relacionando ambos gráficos (2 y 3), se puede observar que, en la Región Metropolitana, Santiago de Chile; 41 comunas de un total de 52 atienden a un promedio de 55% de estudiantes con primera prioridad IVE. De las 41 comunas, tiene en promedio, una dotación de un 40% de docentes evaluados con un desempeño C+D.

De acuerdo a lo anterior, esta propuesta formativa corresponde a un modelo de formación docente con foco en la diversificación de la enseñanza, para el acceso al curriculum de ciencias, el cual responde a las necesidades y características individuales de los estudiantes y de sus procesos de aprendizaje en el contexto de la aplicación del Decreto 83/2015 (Ley Chile de Adecuación Curricular), que levanta el desafío de tener un curriculum nacional como referente en todos los contextos educativos, promoviendo el acceso, la participación y progreso en su proceso de enseñanza aprendizaje a todos los y las estudiantes de Escuelas Especiales y/o con Programa de Integración Escolar (PIE) y que exige de parte de profesores y profesoras una especialización en la didáctica de las ciencias naturales para enfrentar los desafíos de esta dimensión del curriculum que plantea el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, las grandes ideas de la ciencias y actitudes propias del quehacer científico.

A pesar de los esfuerzos por instalar la Pedagogía Indagatoria en el país, aún está presente en escuelas la tendencia de realizar la educación en ciencias en un marco de la pedagogía tradicional. Reconocemos que los cambios son complejos y muy difíciles por lo mismo el Ministerio de Educación trabaja en alianzas con las Universidades Públicas del país diseñar e implementar nuevas **Acciones Formativas**. A través de estas acciones se espera que los docentes fortalezcan competencias profesionales para mejorar la educación en ciencias y dar acceso a la alfabetización científica y desarrollo de habilidades del siglo XXI a todos y todas las estudiantes del sistema escolar.

Adicionalmente, se rompe las tradicionales dinámicas de desarrollo profesional poniendo énfasis en la formación didáctica, la trayectoria educativa de aprendizajes, la transversalidad entre asignaturas y la mejora de la práctica pedagógica a través de la reflexión profesional y colaborativa entre pares. La presente acción formativa que se ha desarrollado entre el año 2017 y 2018, considera la participación de educadoras diferenciales en forma particular, ya que al menos el 50% de los participantes deben estar ejerciendo en el área de las necesidades educativas especiales. El otro 50% de la matrícula del curso está conformada por educadoras de párvulos, profesoras de educación general básica y profesores de enseñanza media de ciencias biológicas, físicas o químicas.

Lo importante es que en un mismo curso exista una heterogeneidad, donde los y las docentes participantes proveniente de distintas escuelas y liceos públicos de la Región Metropolitana, interactúen entre sí y generen un lenguaje común para asegurar el cambio en sus establecimientos educacionales, porque en varias escuelas, hay al menos 3 ó 4 docentes capacitados en ICEC, lo que conforma una comunidad de aprendizaje local y que su trabajo permea a las otras áreas de la institución.

A partir de un estudio realizado por el grupo de 6 docentes graduadas del Programa ICEC 2016-17, se obtiene información relativa a la educación científica en escuelas especiales. Al analizar sus datos junto con hacer la respectiva triangulación de ellos, se afirma que en 40% de las educadoras encuestadas de las escuelas especiales de la región, no realizan clases de ciencias. Es una situación importante de modificar a través de este Acción Formativa ICEC, dado que el Decreto 170 y el Decreto 83/2015, que promueve la inclusión y el acceso al currículum nacional vigente, en este caso no se está cumpliendo, porque existe un porcentaje de estudiantes que no está recibiendo educación en ciencias de acuerdo con el currículum.

Por otro lado, al preguntar si las educadoras se sienten capacitadas para educar en ciencias, se observa que, en promedio, casi el 50% de las educadoras encuestadas no se siente capacitada para hacerlo. De acuerdo con lo que plantea Arteaga, "existen profesores de ciencias naturales que reconocen la existencia de grandes conflictos frente al cómo enseñar ciencias" (Arteaga & Tapia, 2009), por lo que para las educadoras diferenciales que no han sido formadas en ciencias durante su carrera, es más complejo aún enfrentar este desafío. Esto se suma a que en las escuelas especiales hasta hace al menos 5 años atrás no existía

la obligación de educar en ciencias promoviendo un desconocimiento y eventualmente una desvalorización del potencial que tiene esta área en el desarrollo integral de todos los estudiantes.

### DISEÑO PEDAGÓGICO: PROGRAMA ICEC CON FOCO EN LA ENSEÑANZA DIVERSIFICADA

En el Diseño Pedagógico del denominado **“Programa Indagación Científica para la Educación en Ciencias con foco en la enseñanza diversificada”**, se propuso que los y las docentes de “Educación Diferencial”, Educadoras de Párvulos, Profesores de Educación Básica y Enseñanza Media, egresados del Programa fueran capaces de ofrecer diversas oportunidades y formas de **acceso** al currículum a los estudiantes que precisan mayores apoyos para el aprendizaje en Escuelas Especiales y establecimientos con Programa de Integración Escolar (PIE).

Los docentes formados en este enfoque serían profesionales capaces de atender a estudiantes de escuelas especiales y regulares en todos los niveles educativos, que reflexionan cómo aprenden los estudiantes del nivel y están altamente comprometidos con potenciar el aprendizaje y desarrollo de todos sus estudiantes, guiados por el firme propósito de diversificar la enseñanza para promover el acceso al currículum de ciencias naturales para todos los alumnos y alumnas que atienden.

En el marco de estos propósitos, la enseñanza se desarrolló en una sinergia entre el currículum nacional, la didáctica de las ciencias y la evaluación para el aprendizaje, a través de un trabajo colaborativo, además de complementarla con la aplicación de adaptaciones según necesidades educativas especiales observadas en el grupo de estudiantes a cargo de los diferentes docentes participantes, aplicando el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), siendo los fundamentos de la pedagogía indagatoria la base del desarrollo y enriquecimiento de las ideas y prácticas científicas de sus estudiantes (Decreto 83/2015).

Una importante meta identificada, fue que los docentes trabajasen con sentido ético, respetando la diversidad, la interculturalidad, la equidad, la generosidad, la responsabilidad, y el respeto a las personas. Que demostrasen un alto dominio del conocimiento esencial de la pedagogía indagatoria para la educación en ciencias, así como una comprensión de los procesos de construcción del conocimiento científico y la naturaleza dinámica de esta actividad humana. Junto con contribuir al mejoramiento continuo de la educación científica, evaluando y analizando

los logros alcanzados tanto de sus estudiantes como de sus propias prácticas pedagógicas, sentando las bases y participando activamente de comunidades profesionales de aprendizaje, demostrando en toda situación una actitud positiva, constructiva, y de liderazgo de los procesos de cambios.

### COMPETENCIAS/CAPACIDADES

De acuerdo a los siguientes referentes ministeriales: Marco para la Buena Enseñanza, Agenda Inmediata de Fortalecimiento de la Educación Pública, Decreto 83/2015, es altamente sensible precisar, que el Programa ICEC ha formado competencias docentes para otorgar mayores apoyos para el aprendizaje, a los estudiantes tanto en escuelas especiales como en establecimientos con Programa PIE, en los niveles de educación parvularia, básica, y media, en condiciones de igualdad de una educación en ciencias de calidad con los demás, que les permita alcanzar su máximo desarrollo personal con sentido de dignidad y autoestima, en conjunto con las dimensiones académicas, sociales y culturales que les permita participar de una sociedad libre y respetuosa de la diversidad.

A continuación, se describen las competencias/capacidades docentes determinadas por el equipo de universidades trabajando en conjunto con el Mineduc y que la U de Chile, las recoge y adapta al nuevo contexto de formar nuevas competencias para la educación en ciencias, particularmente a las educadoras diferenciales que tienen escasa ciencias en su formación inicial. En consecuencia, las competencias son:

1. Reflexiona acerca del aprendizaje de las ciencias y los factores involucrados para la implementación en sala de clases en el contexto de la pedagogía indagatoria, considerando la naturaleza de la ciencia y de la enseñanza de la ciencia apropiadas para todos y todas sus estudiantes.
2. Se apropia y adapta las demandas del curriculum para dar respuesta educativa a la diversidad de acuerdo con las necesidades educativas de sus estudiantes y a las orientaciones del marco del diseño universal de aprendizaje, DUA.
3. Planifica y diseña secuencias y actividades de aprendizaje de las ciencias naturales, aplicando la indagación científica como un componente esencial del quehacer científico que se proyecta como enfoque de enseñanza que permite a los estudiantes alcanzar el

desarrollo y la comprensión de ideas científicas involucrándolos en los procedimientos propios del hacer ciencias.

4. Construye y planifica dispositivos y secuencias didácticas: Implica a los alumnos en actividades de investigación, en proyectos de desarrollo de ideas claves de las ciencias.

5. Gestiona la progresión de los aprendizajes de los estudiantes implementando estrategias de evaluación formativa en el marco del modelo de evaluación para el aprendizaje coherentes con la indagación científica.

6. Desarrolla recursos educativos con foco en la indagación científica reconociendo su potencialidad y pertinencia para ser utilizados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en el contexto local.

7. Implementa un plan de acción para el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en un espacio de trabajo colaborativo entre docentes de distintos niveles educativos.

8. Es activo participante de comunidades de aprendizaje que se constituyen como un modelo de reflexión y aprendizaje colectivo que valora los saberes y experiencias de todos los docentes y otros actores claves relevando la importancia del trabajo colaborativo entre pares.

9. Reconoce los principales desafíos en educación en ciencias y en problemáticas socio científicas en un espacio territorial frente a los cuales puede reaccionar liderando iniciativas que propongan soluciones creativas factibles de ser implementadas desde la escuela/ liceo u otras instituciones con quienes se relaciona.

### **ESTRATEGIA METODOLÓGICA GENERAL**

El curso se realizó en una modalidad b-learning considerando del total de horas pedagógicas un 60% de carácter presencial y un 40% no presencial. Al menos el 10% de las horas presenciales fueron utilizadas para la conformación de una comunidad de aprendizaje comunal o regional, dependiendo de la procedencia de los asistentes.

Para hacer las sesiones del curso tanto presenciales, virtuales, y comunitarias, se contempló la participación conjunta de profesores y profesoras de educación básica, educación diferencial, educación

parvularia, hasta 2° año de enseñanza media de un total de 4 años. Esta metodología, que mezcla instancias presenciales y virtuales mediante una plataforma diseñada para ello, buscó generar un diálogo y desarrollo grupal entre los docentes, asumiendo el aprendizaje como una situación social y no individual.

La estrategia metodológica específica que se utilizó en cada una de las unidades del presente curso fue la indagación científica orientada al mejoramiento de la propia práctica para incrementar su conocimiento sobre el proceso de enseñanza, valorarlo reflexivamente, identificar aquellos aspectos que resultan más problemáticos, idear alternativas y experimentarlas e incorporarlas. Cada unidad se inició con la presentación de una situación proveniente de la realidad escolar donde se revisa el problema particular de la situación, se solicita recopilar información, para pasar a hacer el análisis de información, elaborar un informe del proceso y comunicar los hallazgos. En conjunto de la presentación del modelo de indagación científica se trabajó con el modelo de investigación – acción colaborativa.

#### **PROGRESIÓN Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE LA EXPERIENCIA FORMATIVA**

La actividad formativa, fue un consenso entre los coordinadores de las 13 universidades públicas del país y el liderazgo del equipo de educación general básica del Mineduc. En consecuencia, la estructura base del curso, contempló 8 unidades temáticas que proporcionan conocimientos y herramientas fundamentales al docente que le permitan innovar en su práctica de aula, más 1 unidad introductoria al uso de la plataforma Moodle. Las unidades tienen un componente presencial y otro virtual, donde este último contó con el acompañamiento permanente y la asistencia directa de un especialista o tutor proveniente del equipo de la U de Chile, para el caso de la Región Metropolitana.

El programa del curso buscó que los participantes aprendiesen sobre los fundamentos que sustentan la metodología indagatoria, sus objetivos, las estrategias pedagógicas, la evaluación de los aprendizajes en coherencia con el enfoque indagatorio y los desafíos sistémicos que demanda su implementación en las escuelas y liceos públicos, además de promover la reflexión de su propia práctica pedagógica. Es así como se definieron unidades que abordaron las siguientes temáticas de formación: para qué enseñar ciencias naturales, visión de ciencias, investigación en el aula, curriculum de ciencias naturales, indagación científica como estrategia

de enseñanza, evaluación para el aprendizaje, diseño de recursos didácticos, y comunidades de aprendizaje.

**VISIÓN GLOBAL DE LA ACTIVIDAD FORMATIVA CONSENSUADA CON 13 EQUIPOS  
UNIVERSITARIOS Y MINEDUC**

La actividad formativa contempló un total de 400 horas, distribuidas en 240 horas presenciales y 160 horas de trabajo virtual.

<p><b>Unidad 1</b></p> <p>Introducción al curso: Indagación Científica para la Educación en Ciencias</p> <p>22 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 2</b></p> <p>Visión de Ciencias</p> <p>22 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 3</b></p> <p>Visión enseñanza de las ciencias</p> <p>22 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 4</b></p> <p>Currículum en Ciencias Naturales</p> <p>24 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 5</b></p> <p>Indagación Científica</p> <p>110 horas pedagógicas</p>
<p><b>Unidad 6</b></p> <p>Evaluación para el Aprendizaje</p> <p>52 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 7</b></p> <p>Diseño de Recursos Educativos</p> <p>44 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 8</b></p> <p>Investigación en el Aula</p> <p>58 horas pedagógicas</p>	<p><b>Unidad 9</b></p> <p>Comunidades de Aprendizaje</p> <p>68 horas pedagógicas</p>	

**CLIMA DE APRENDIZAJE**

El curso se realizó en modalidad b-learning considerando un 40% de horas en trabajo virtual, y un 60% de las horas de trabajo presencial. Compuesto por un conjunto de unidades consensuadas, que abordaron temáticas relacionadas con los principios del aprendizaje por indagación, los objetivos de la educación científica, la visión de ciencias y de la enseñanza de las ciencias, la investigación en el aula, el currículum de ciencias naturales en la educación chilena, la evaluación para el aprendizaje, el diseño de recursos didácticos, y el desarrollo de comunidades de aprendizaje.

La principal estrategia metodológica utilizada en el curso fue la propia metodología indagatoria para alcanzar la comprensión profunda de este cambio por parte de los docentes, entendiendo que se trata de un proceso que involucra no solo el saber, sino también el saber hacer y el saber ser.

El proceso por el que pasan los docentes implica una multiplicidad de momentos que fomentan y estimulan las habilidades de pensamiento profundo, por ejemplo: a) Exposición en el momento de comunicar aspectos claves (administrativos y técnicos) para el buen desarrollo de la clase y al cerrar la clase a través de una síntesis y/o profundización de los conceptos estudiados. b) Torbellino de ideas, al inicio de una situación de aprendizaje con el fin de estimular la imaginación, la búsqueda y la creatividad. Durante el proceso para analizar procedimientos y compartir ideas entre docentes, y al final también puede ser aplicada para evaluar el trabajo realizado por el grupo y manifestar la utilidad de lo aprendido. c) Pregunta y Respuesta para focalizar dificultades, fijar atención, comprobar grado de comprensión, orientar razonamiento, estimular reflexión, facilitar deducción, inducir conocimientos, confrontar ideas, así como recapitular, realizar síntesis y fijar y transferir aprendizajes. d) Discusión dirigida a través de preguntas durante todo el desarrollo de la clase, ya que estimula la elaboración de respuestas, promueve soluciones creadoras, desarrolla el pensamiento hipotético deductivo, estimula el dominio de sí mismo, contribuye a la socialización y facilita la expresión verbal. e) Aprendizaje en grupo. f) Experimentación, que tiene el propósito de ayudar a la comprensión de conceptos, leyes y principios, favorece la construcción de estructuras operacionales, favorece la construcción de modelos teóricos para interpretar datos, desarrolla el interés por la ciencia, crea una actitud positiva hacia la ciencia.

Contempló además el desarrollo de situaciones de aprendizaje como lecturas, actividades de evaluación y de aplicación, tutorías grupales, talleres colectivos de discusión y reflexión, talleres técnicos de apoyo a la planificación, análisis de casos, análisis de trabajos personales y grupales, análisis de cuadernos de ciencias, elaboración de instrumentos didácticos y su respectiva aplicación y reflexión.

Este curso contó con material complementario y de apoyo virtual, impreso y en CD, conteniendo todas las actividades, lecturas, glosario, simulaciones, y otros recursos para su aprendizaje. También, se dispuso en el entorno virtual, de una serie de herramientas tales como e – Mail, Chat, Foros (Noticias, Social, de reflexión, de síntesis de Unidad), a través de las cuales se pudo interactuar, aprender, colaborar, y participar de una comunidad virtual de aprendizaje. Además, los participantes contaron con un set de materiales de laboratorio para implementar experiencias de aprendizaje en sus salas de clases, lo que permitió la aplicación de las temáticas abordadas en el curso, esto fue posible a la alianza con otras instituciones, tales como la Fundación Internacional Siemens Stiftung,

que coincide en valores y estrategias para lograr un desarrollo profesional articulado con el currículum nacional.

Un aspecto importante es que los participantes fortalecieran su capacidad de trabajar en comunidad, en función de desarrollar la capacidad colectiva para satisfacer las necesidades de mejoramiento de los estudiantes en sus salas de clases. De esta forma se ofrecieron oportunidades para que los participantes analizaran los procesos y resultados de su trabajo, ejercitaran la colaboración, se comunicaran y compartieran con distintos actores del sistema educativo para introducir las mejoras en forma dinámica y permanente.

Los participantes tuvieron variadas oportunidades de aplicar los conceptos a nuevas situaciones cercanas a su realidad para comprobar la funcionalidad y lograr confianza en sus aprendizajes y ser actor activo de una comunidad profesional de aprendizaje que aplica la investigación acción colaborativa con foco en la mejora continua de la educación en ciencias con foco en la diversidad.

#### **EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES**

La evaluación del curso se centró en levantar información sobre las capacidades del docente para enseñar ciencias aplicando la pedagogía indagatoria y la estrategia de evaluación correspondiente que implica el qué, cómo y para qué recoger evidencia, junto con el análisis de esta para la toma de decisiones en virtud de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se desarrollaron estrategias para conocer qué es lo que aprendió el participante al final de cada unidad, además de conocer el proceso completo de cómo aprenden con el fin de poder ayudarlos a superar las dificultades oportunamente, y de mejorar continuamente el proceso de formación docente en servicio.

En síntesis, el objetivo de aprendizaje del curso, fue que las educadoras diferenciales, educadoras de párvulos, profesores de educación general básica y profesores de educación media aplicasen la indagación científica como modelo pedagógico en sus salas de clases y que poseyeran conocimiento actualizado del currículum de Ciencias Naturales para contribuir al aprendizaje y desarrollo de todos los niños y niñas que atienden, proveyendo de ayudas especiales a aquellos que las requieran con miras al mejoramiento de sus aprendizajes, en un proceso continuo de reflexión en torno a su práctica pedagógica y retroalimentación entre pares.

## SEGUIMIENTO DE CONDICIONES ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN

**La estrategia de control del proceso fue la siguiente:** Un rasgo distintivo del programa ICEC con foco en la enseñanza diversificada, es el seguimiento permanente de todas las actividades, que conduce a la reflexión crítica y la revisión, central en cualquier proceso de innovación. Por lo tanto, se implementaron procesos de monitoreo para los distintos componentes del sistema, especialmente para observar los aprendizajes logrados por los docentes y sus niveles de desarrollo profesional, los materiales y recursos, y acciones para promover el liderazgo.

La evaluación se centró en el marco de la evaluación para el aprendizaje (McMahon, Simmons, Sommers, DeBaets & Crawley, 2006) y el equipo del Programa ICEC – Universidad de Chile, implementó diversas estrategias de evaluación y seguimiento para alinear la evaluación de los aprendizajes de los docentes con los objetivos de un programa ICEC con foco en la enseñanza diversificada, especialmente focalizada en el desarrollo de la práctica pedagógica indagatoria. En función de lo anterior se informó acerca de los niveles de logro alcanzados por los docentes, y se incorporaron evidencias que dieran cuenta de los aprendizajes logrados, incluyendo los instrumentos aplicados y el análisis de los resultados.

Al mismo tiempo, se realizó un seguimiento de la ejecución del programa, proveyendo información continua y sistemática de manera oportuna para realizar ajustes y adecuaciones requeridas para la buena marcha del proyecto.

Específicamente el diseño de la evaluación se consideró al curso ICEC como un todo y contempló:

- Evaluar, el grado de apropiación del modelo indagatorio por los docentes participantes en los momentos de implementación de al menos 1 lección en su aula respectiva. Aplicar instrumentos diseñados y validados para ello, analizar y reportar los resultados.
- Conocer, desde una perspectiva cualitativa, el impacto generado en su grupo primario por los niños que participan en el programa, especialmente por los niños y niñas que participan de la muestra de aprendizaje.
- Evaluar la participación de los docentes durante el curso.

## RESULTADOS

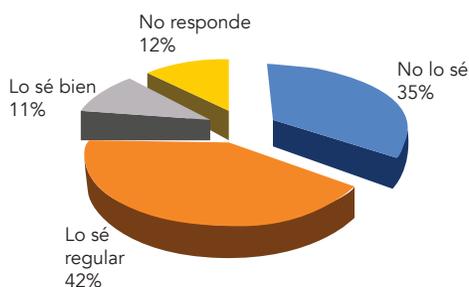
### Conocimientos y descripción de ideas previas (KPSI) contrastadas con las ideas finales

Con el propósito de recoger las ideas y apreciaciones de los docentes se aplicó un instrumento de evaluación tipo *KPSI* (*Knowledge and Prior Study Inventory*) antes y después del proceso formativo el cual aborda las principales temáticas del curso, y está en coherencia con el enfoque de evaluación para el aprendizaje. Este instrumento permite a los docentes apreciar por sí mismos los avances logrados de su proceso formativo.

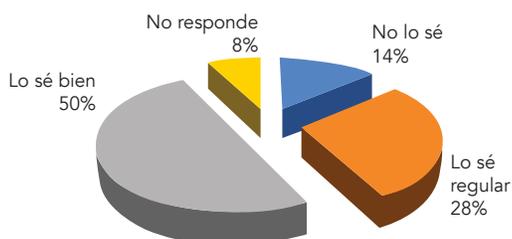
De un total de 34 docentes egresados en el mes de junio del 2018, 28 de ellos completaron el instrumento antes y después del proceso formativo. Los docentes debieron responder de acuerdo con las categorías de respuesta cerrada: "lo sé bien", "lo sé regular" y "no lo sé", además de comunicar por escrito sus ideas sobre los temas consultados.

Los siguientes gráficos muestran el porcentaje total de las respuestas dadas por los docentes a las diferentes preguntas en relación con las categorías anteriores, planteadas en el cuestionario *KPSI* inicial, comparando sus respuestas al inicio del curso (noviembre de 2017) y al final de este (junio del 2018).

Porcentaje de respuestas docentes  
KPSI inicial



Porcentaje de respuestas docentes  
KPSI final



Cabe destacar que la autopercepción general promedio del conocimiento relacionado con temas desarrollados durante la formación, como visión de ciencias, visión de enseñanza de las ciencias, indagación científica, evaluación para el aprendizaje, e investigación en el aula, entre otros, el porcentaje de docentes que señalan que "Lo sé bien" al final del curso correspondiente a un 50% muy superior al 11% señalado al inicio de este.

Al desagregar las preguntas en cada una de las temáticas consultadas, se puede apreciar el aumento en la percepción de dominio de los diferentes temas, como se indica en la Tabla N°1 siguiente que muestra el desglose de los resultados por pregunta:

Módulos ICEC	Lo sé bien (%)		Lo sé regular (%)		No lo sé (%)		No responde (%)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Visión de Ciencias	7,1	53,6	60,7	39,3	21,4	3,6	10,7	3,6
Visión de enseñanza de las ciencias	28,6	67,9	50,0	21,4	14,3	3,6	7,1	7,1
Curriculum de Ciencias naturales	7,1	39,3	39,3	35,7	39,3	14,3	14,3	10,7
Indagación Científica	21,4	57,1	42,9	28,6	21,4	7,1	14,3	7,1
Evaluación para el aprendizaje	3,6	42,9	32,1	21,4	53,6	25,0	10,7	10,7
Diseño de Recurso Educativo	7,1	46,4	35,7	28,6	42,9	17,9	14,3	7,1
Investigación en el aula	0,0	42,9	35,7	25,0	50,0	25,0	14,3	7,1

Tabla N°1. Percepción del dominio de las temáticas del curso versión ICEC con foco en la enseñanza diversificada.

Como se puede apreciar, los docentes en general perciben tener mucho más dominio que el que percibían al inicio del curso en la totalidad de las temáticas abordadas, especialmente avances significativos en Evaluación para el Aprendizaje, Indagación Científica, Currículum de Ciencias Naturales y Diseño de Recursos Educativos.

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### ¿CUÁL ES EL SIGNIFICADO DE LA NUEVA ACCIÓN FORMATIVA?

A partir de las respuestas que dan los docentes al KPSI en su aplicación final, y derivado también de las reflexiones que hacen en los diversos

trabajos realizados durante el programa, se puede apreciar que hay un avance en la comprensión de la actividad científica hacia una ciencia dinámica, analítica, metódica, sistemática, comprobable, predictiva, rigurosa; que aporta a construir una mejor sociedad. No obstante, aún hay docentes que siguen entendiéndola como un conjunto de conocimientos estáticos y ordenados.

Señalan como razones por las cuales enseñar ciencias en la escuela regular y/o especial es el promover el desarrollo de habilidades científicas como observar, describir, relacionar, interpretar, inferir, explicar, explorar, predecir, registrar, analizar, justificar, comunicar, concluir entre otras; y desarrollar actitudes como el trabajo colaborativo, la curiosidad, perseverancia, paciencia, respeto, tolerancia, humildad, rigurosidad, veracidad. También que fomenta el pensamiento crítico y reflexivo, el desarrollo de habilidades para la vida, y promueve la conciencia para el cuidado medio ambiental.

En la segunda aplicación, es posible observar una importante diferencia en las respuestas de los docentes que evidencian una mayor comprensión. Plantean que las demandas del currículo son:

- Desarrollar habilidades de pensamiento científico.
- Que los estudiantes desarrollen la capacidad de análisis y juicio crítico.
- Que los estudiantes valoren el error como fuente de aprendizaje.
- Formar ciudadanos activos dentro de su sociedad.
- Con herramientas (conocimientos, habilidades y actitudes) para aportar al desarrollo del país y ser personas responsables y comprometidos con su medio ambiente.
- En donde el alumno sea capaz de reflexionar, cuestionar, trabajar en forma colaborativa.

También señalan demandas hacia el docente:

- Demanda que existan profesionales capacitados y/o especialistas en la metodología indagatoria.
- Estar inmersos en el currículo.
- Tener un tiempo y un espacio para la capacitación de los docentes y para compartir y planificar las clases con los profesores o educadoras diferenciales que trabajan la co-docencia.
- Contar con materiales para el trabajo de aula.

En cuanto a los aportes de la metodología indagatoria al aprendizaje y desarrollo de sus estudiantes, los docentes señalan una serie de ventajas:

- El enfoque indagatorio es fundamental en el logro de aprendizajes

de los estudiantes, esto es porque ellos mismos logran protagonizar su aprendizaje.

- Permite que los conceptos científicos sean aprendidos desde lo concreto hacia lo abstracto, respetando los intereses de los alumnos.
- Promueve la creatividad.
- Permite que los estudiantes adquieran gradualmente autonomía, utilicen y se apropien del método científico, construyendo su propio conocimiento, desarrollando continuamente habilidades como observar, registrar, comunicar, trabajar con otros, entre otras y el desarrollo de actitudes como el respeto, la rigurosidad, cuidado del entorno, entre otras.
- Hace las clases más entretenidas, participativas, colaborativas y experimentales, ayuda a que los estudiantes se interesen por manipular, descubrir, investigar, describir, analizar, cuestionarse, concluir y comunicar los resultados de su investigación.
- Logra que los estudiantes sean partícipes activos y críticos de su propio aprendizaje al cuestionar o querer corroborar lo que se les está planteando.

En la comprensión e importancia de una evaluación con foco en el aprendizaje de los estudiantes, los docentes indican que:

- El rol de la evaluación para el aprendizaje es recoger información del nivel de los aprendizajes de los estudiantes, tomar decisiones, con la finalidad de hacerlos progresar. Es precisar y orientar a los estudiantes a seguir al próximo paso en la progresión de los conceptos y de las habilidades indagatorias. Incluida la retroalimentación focalizada en la tarea y no en la persona, invitándolo a pensar en su trabajo y las indicaciones para mejorar.
- Nos permite tener un panorama de los conocimientos previos de los estudiantes, y sentar las bases para los nuevos aprendizajes. A su vez, recopilar información durante el proceso, que nos permita tener información de la progresión de los aprendizajes y la adquisición de habilidades. Estos datos nos orientan en la toma de decisiones, como también a generar estrategias para apoyar a los estudiantes con mayores dificultades.
- Por medio de esta sabemos qué es lo que los estudiantes lograron aprender y que les costó más, y poder replantearnos la planificación o metodología.

Los docentes presentaron importantes avances también respecto su comprensión acerca de los recursos educativos coherentes con la metodología indagatoria.

- Los recursos educativos deben estar focalizados en el contexto, es decir a la realidad del grupo a su diagnóstico (NEE, estilos – ritmos de aprendizajes), acorde al objetivo a lograr, el tiempo destinado y el manejo del docente. Uno de los recursos son el tipo de preguntas como eje de partida del cual es factible que se genere el conocimiento científico.
- Está en el rol del profesor de adaptar y buscar un recurso educativo que se adapte al contexto y realidad propia de sus estudiantes. Este punto es fundamental cuando se elige un recurso en cursos con niños con Necesidades Educativas Especiales - NEE.
- La pertinencia del material es fundamental para lograr un adecuado trabajo con los estudiantes, así como también, que dé respuestas a las necesidades de aquellos estudiantes que presentan ciertas dificultades motoras, sensoriales o de otro tipo.
- Contrario a lo que el docente pensaba en una primera instancia, no siempre se debe contar con materiales especializados o demasiado sofisticados, también se puede experimentar con recursos que sean más cotidianos o estén a la mano de los docentes, y de igual forma se puede lograr un aprendizaje significativo.
- Los recursos educativos se consideran fundamentales al momento de implementar el método de indagación científica, un recurso que responda a la metodología debe ser adecuado para nuestros estudiantes, esto con el fin de que puedan explorar y manipular sin problema, además es necesario mencionar que los recursos humanos de apoyo o asistentes de la educación son muy importantes para llevar a cabo esta metodología.
- Un recurso educativo basado en la metodología indagatoria debe responder a las etapas de este método, con actividades de focalización, exploración, reflexión y aplicación.

Se evidencia además en las respuestas de los docentes un mayor conocimiento y comprensión respecto a la investigación de aula y su importancia en el mejoramiento de la enseñanza. No obstante, alrededor del 50% de los docentes aún confunden esta idea con la metodología indagatoria aplicada a la enseñanza.

- Las fases de investigación de aula permitirían hacer progresar a los estudiantes que no aprenden.
- El monitoreo continuo del trabajo de los estudiantes, la evaluación del proceso es cruciales para detectar las deficiencias.
- Todo ello es un proceso cíclico el cual nos permite regular la enseñanza para maximizar el aprendizaje de los estudiantes.

– Para hacer progresar el aprendizaje es necesario una evaluación formativa, donde uno recolecta evidencias en relación con las metas, luego interpretar de la evidencia y otorgar juicio sobre el logro, tomar decisiones sobre los próximos pasos y construir actividades en los pasos en el aprendizaje con nuevas metas.

En síntesis, la mejora en la autopercepción revelada en el instrumento *KPSI* y en la comprensión demostrada en las respuestas de los docentes, se explica a partir de los procesos experimentados en el curso por parte de estos, en los que tuvieron reiteradas oportunidades para diseñar actividades indagatorias, aplicar, evaluar y retroalimentar los aprendizajes, reflexionar y tomar decisiones pedagógicas en torno a los resultados de aprendizaje, sistematizarlos y comunicarlos ante sus pares docentes, ligado al permanente trabajo colaborativo durante toda la actividad formativa.

### CONCLUSIONES

El trabajo realizado por los docentes en la planificación de actividades y lecciones indagatorias, Muestra de Aprendizajes, en la Jornada Regional de Reflexión Docente y un conjunto de tareas diversas realizadas durante el proceso formativo, así como los acompañamientos en el aula realizados, dieron evidencias de los logros alcanzados por los profesores y profesoras, logros que se reflejaron coherentemente en las respuestas al *KPSI* final señaladas anteriormente.

Es relevante destacar el interés y la disposición por aprender de los docentes que conformaron la cohorte 2017, especialmente, por parte de las educadoras diferenciales, quienes buscaban las formas de adecuar lo aprendido para poder implementarlo en diferentes contextos que la educación especial implica, a pesar de que en bastantes casos, no se realizaban clases de ciencias en sus establecimientos.

En coherencia con este interés y disposición demostrada, luego de haber egresado, ha habido educadoras que han participado en diferentes actividades científicas como ferias o muestras organizadas dentro de sus escuelas o en la comuna.

Tanto en trabajos o espacios formales como en conversaciones informales, las reflexiones y afirmaciones de los docentes reflejan en su mayoría una importante valoración a lo aprendido y logrado durante el curso, considerando que posibilita visiones y herramientas relevantes para potenciar de mejor manera el desarrollo integral de sus estudiantes.

El programa del curso logró que los participantes **reflexionen activamente, aplicando el modelo de mejora continua**, y desde sus conocimientos de vida diaria, sobre los fundamentos que sustentan la metodología indagatoria, sus objetivos, las estrategias pedagógicas, la evaluación de los aprendizajes en coherencia con el enfoque indagatorio y los desafíos sistémicos que demanda su implementación en las escuelas y liceos públicos.

Un aspecto importante es que los participantes fortalecieron su **capacidad de trabajar en comunidad, se observó mayor colaboración entre ellos**, en función de desarrollar la capacidad colectiva para satisfacer las necesidades de mejoramiento de los estudiantes en sus salas de clases y en institución escolar donde se desempeñaba cada uno. De esta forma se ofrecieron oportunidades para que los participantes analizarán los procesos y resultados de sus trabajos, ejercitarán la colaboración, se comunicarán y compartieran con distintos actores del sistema educativo para introducir las mejoras en forma dinámica y permanente. Sin embargo a la hora de mantener la colaboración entre pares, una vez graduados, se observaron algunas dificultades relativas a la aplicación, como por ejemplo, que es difícil que sigan trabajando en colaboración con otros docentes, intra o inter- escuelas dado que la estructura de funcionamiento escolar no lo facilita, y tampoco fortalece sus competencias logradas, lo que podría ser una alarma para el diseño de futuros cursos, los que deben involucrar a otros actores del sistema escolar, y no tan sólo a los docentes.

En consecuencia, los docentes están capacitados para diseñar lecciones indagatorias, aplicarla en sala de clases, reflexionar sobre ella y las adaptaciones y cambios que debería hacer para ir mejorándola permanente. Respecto a la reflexión, se trabajó el modelo de mejora continua. Respecto a la colaboración, ellos comprendieron que en soledad el cambio en la escuela es complejo y más difícil aún en sala de clases con niños integrados, por lo que trabajar en duplas es clave para hacer avanzar a los niños y niñas y en escuelas especiales, los docentes desarrollaron un trabajo de colaboración permanente con sus asistentes en sala de clases.

## REFERENCIAS

- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. How People Learn: Brain, Mind, Experience and School. The National Academies Press: Washington DC. (2000).
  - Harlen, Wynne & cols. Principios y Grandes Ideas en Educación en Ciencias. Academia Chilena de Ciencias (2012).
  - Harlen, Wynne. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias.. Ediciones Morata, S.L. Madrid, España (2003).
  - Harlen, Wynne. Evaluación y educación en ciencias basada en la indagación aspectos de la política y la práctica. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP) (2013).
  - Olson, Steve & Loucks-Horsley, S. Editors. Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning.; National Research Council. National Academies Press (2000).
  - Rogers, Katie y Simms, Julia (2015) Teaching Argumentation. Activities and games for the classroom. Marzano Research laboratory, USA.
  - Michaels, Sarah; Shouse Andrew W., Schweingruber Heidi A. ( 2013) ¡En sus marcas, Listos, Ciencia!. Academia Chilena de Ciencias. Santiago, Chile.
  - National Sciences Resources Center. Science for All Children: A Guide to Improving Elementary Science Education in Your School District. The National Academies Press: Washington, DC. (1997).
  - Ministerio de Educación de Chile: Marco para la Buena Enseñanza. 2004
  - Ministerio de Educación de Chile: Bases Curriculares de 1° a 6° año básico. 2012.
  - Ministerio de Educación de Chile: Ajuste Curricular de 7° a II medio 2009
  - Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP) (2015). <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=28260>.
  - National Sciences Resources Center. Science for All Children: A Guide to Improving Elementary Science Education in Your School District. The National Academies Press: Washington, DC. (1997).
- Harlen, Wynne & cols. Principios y Grandes Ideas en Educación en Ciencias. Versión digital disponible en [www.innovec.org.mx](http://www.innovec.org.mx)
- <http://www.fondation-lamap.org/> “Las manos en la masa” (Lamap) es un programa para apoyar la educación en ciencias de la escuela priMaría (desde Kinder en adelante). En este sitio encontrarás numerosos medios de apoyo y guías para educadores.
  - <http://www.exploratorium.edu/> Exploratorium, es un laboratorio del siglo XXI para el aprendizaje de las ciencias a través de la exploración y el juego. En el encontraras, exposiciones creativas, herramientas, programas y experiencias que encienden la curiosidad, para el logro de un aprendizaje profundo.
  - <http://search.nap.edu/nap-cgi/de.cgi?term=Inquiry&x=18&y=4>
  - Antología sobre Indagación Científica. INNOVEC. Vol. 1, 2015. <http://innovec.org.mx/home/images/antologia%20sobre%20indagacion-vol.1.pdf>
  - Antología sobre Indagación Científica. INNOVEC. Vol. 2, 2016. [http://www.innovec.org.mx/home/images/7-antologia\\_v2\\_digital-min.pdf](http://www.innovec.org.mx/home/images/7-antologia_v2_digital-min.pdf)
  - Antología sobre Indagación Científica, INNOVEC. Vol 3, 2017 [http://innovec.org.mx/home/images/antologia\\_v3-digital.pdf](http://innovec.org.mx/home/images/antologia_v3-digital.pdf)
  - <https://medienportal.siemens-stiftung.org/portal/statpage.php?id=experimento> “Siemens Stiftung” es un portal de medios didácticos que ofrece una variedad

de materiales didácticos y de aprendizaje sobre temas relacionados con las ciencias naturales y la tecnología para las escuelas primarias y secundarias en alemán, inglés y español

– CPEIP, 2017. Escucha a los Docentes.

<http://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2017/07/Voces-Docentes.pdf>

– CPEIP, 2017 VOCES DOCENTES.

<https://www.cpeip.cl/2017/07/13/voces-docentes/>

– CPEIP, 2017. Docentes de la RM opinan sobre sus necesidades formativas - Cpeip

<https://www.cpeip.cl/2017/05/05/docentes-la-rm-opinan-necesidades-formativas-abordar-la-diversidad-e-inclusion-los-principales-desafios/>

– DECRETO 83/2015 Excento LEY CHILE ( 5 feb. 2015 - APRUEBA CRITERIOS Y ORIENTACIONES DE ADECUACIÓN CURRICULAR PARA ESTUDIANTES CON NECESIDADES EDUCATIVAS)

<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1074511>

– Educación Inclusiva y Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)

<http://www.educacioncontinua.uc.cl/27564-ficha-educacion-inclusiva-y-diseno-universal-del-aprendizaje-dua>

# CLAUDIA MARIELA ROBLES GONZÁLEZ

Estudió la Licenciatura en Informática en el Instituto Tecnológico de Matamoros y la Maestría en Desarrollo Regional en el Colegio de la Frontera Norte (COLEF). En enero de 2003, asume la coordinación de Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC), institución en donde ha impulsado la implementación del Programa Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) en México, el cual tiene como propósito brindar una educación científica de calidad a niños y jóvenes en el país. Lo anterior en colaboración con un grupo multidisciplinario de especialistas en Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación y bajo la dirección de un Consejo conformado por destacados académicos, científicos, empresarios y líderes mexicanos.



## EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA SEVIC EN EDUCACIÓN ESPECIAL DIRIGIDO A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD EN EL ESTADO DE MÉXICO

.....  
Claudia Mariela Robles González  
Catalina Everaert Maryssael

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

### INTRODUCCIÓN

Para contar con algunos antecedentes que nos ayuden a comprender mejor el entorno en el que se desarrolla este trabajo, a continuación, presentamos de manera muy general el marco normativo que en México promueve una educación de calidad bajo el enfoque de inclusión y equidad. Señalaremos el ámbito de trabajo de Educación Especial y como parte de ella describiremos cómo se organiza en nuestro país la atención a la población con algún tipo de discapacidad.

Continuaremos con la descripción del contexto de Educación Especial que da lugar a este trabajo en el Estado de México. Abordaremos las generalidades del programa SEVIC y su modelo operativo.

Para entrar en materia destacaremos el origen de esta experiencia, reportaremos algunas características del entorno escolar donde tiene lugar (Centro de Atención Múltiple), describiremos la metodología seguida para la sistematización y procederemos con el análisis de las buenas prácticas identificadas y llevadas a cabo en este contexto. Para finalizar reflexionaremos sobre las lecciones aprendidas y la visión futura que se contempla.

## ANTECEDENTES

### **Inclusión y equidad en la educación, marco normativo**

En México el derecho a la educación es un derecho constitucional. El artículo tercero de la Carta Magna así lo expresa: el Estado debe impartir educación laica, gratuita, de calidad e incluyente, para desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano. Además, la educación básica, es decir, el preescolar, la primaria y la secundaria, así como la educación media superior son de carácter obligatorio. El Estado también debe promover y atender todos los tipos y modalidades educativos, entre ellos la educación inicial, la educación superior, la educación para adultos y la educación especial.

Por otro lado, se cuenta con la Ley General de Educación que establece las condiciones para ejercer lo que dicta la Constitución, que permitan el ejercicio pleno del derecho a la educación de calidad de cada individuo, que promuevan una mayor equidad educativa y que hagan efectiva la igualdad de oportunidades de acceso, tránsito y permanencia en los servicios educativos. Esta ley se sustenta en el valor a la diversidad y en la cultura de inclusión como condiciones que enriquecen el tejido social. Con base en ello señala que “las autoridades educativas deben atender de manera preferente, a quienes pertenezcan a grupos y regiones con mayor rezago educativo, dispersos o que enfrentan situaciones de vulnerabilidad por circunstancias específicas de carácter socioeconómico, físico, mental, de identidad cultural, origen étnico o nacional, situación migratoria o bien, relacionadas con aspectos de género, preferencia sexual, creencias religiosas o prácticas culturales” (artículo 32).

La educación especial, tal como lo indica esta Ley en su artículo 41, “tiene como propósito identificar, prevenir y eliminar las barreras que limitan el aprendizaje y la participación plena y efectiva en la sociedad de las personas con discapacidad, con dificultades severas de aprendizaje, de conducta o de comunicación, así como de aquellas con aptitudes sobresalientes. Atenderá a los educandos de manera adecuada a sus propias condiciones, estilos y ritmos de aprendizaje, en un contexto educativo incluyente, que se debe basar en los principios de respeto, equidad, no discriminación, igualdad sustantiva y perspectiva de género. Tratándose de personas con discapacidad, con dificultades severas de aprendizaje, de conducta o de comunicación, se favorecerá su atención en los planteles de educación básica, sin que esto cancele su posibilidad de acceder a las diversas modalidades de educación especial atendiendo a sus necesidades. Se realizarán ajustes razonables

y se aplicarán métodos, técnicas, materiales específicos y las medidas de apoyo necesarias para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje de los alumnos y el máximo desarrollo de su potencial para la autónoma integración a la vida social y productiva. Las instituciones educativas del Estado promoverán y facilitarán la continuidad de sus estudios en los niveles de educación media superior y superior. La formación y capacitación de maestros promoverá la educación inclusiva y desarrollará las competencias necesarias para su adecuada atención. La educación especial deberá incorporar los enfoques de inclusión e igualdad sustantiva. Esta educación abarcará la capacitación y orientación a los padres o tutores; así como también a los maestros y personal de escuelas de educación básica y media superior regulares que atiendan a alumnos con discapacidad, con dificultades severas de aprendizaje, de comportamiento o de comunicación, o bien con aptitudes sobresalientes”.

La población atendida históricamente desde Educación Especial en la educación básica se ha definido a partir de los siguientes criterios:

- No cumplen con las características que el sistema educativo ha definido para un alumno “regular” o “promedio”; es decir, no accede al currículo de la misma forma que el resto del alumnado. Pueden provenir de contextos vulnerables (por ejemplo, pobreza, marginación, violencia, entre otros).
- Tienen *características individuales* que definen una forma distinta de aprender, de interpretar el mundo, de comunicarse con el otro, de explorar el contexto, entre otras.

En este sentido, el Sistema Educativo Nacional (SEN) ha definido que la población atendida por los servicios de educación especial sea el alumnado con discapacidad, el alumnado con aptitudes sobresalientes y el alumnado con algunas otras condiciones como el Trastorno del Espectro Autista, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad, dificultades severas de aprendizaje, de conducta o de comunicación.

También en materia de derechos humanos México cuenta con la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, que en su Capítulo III (Artículos 12 a 15) relativo a Educación, determina que es la obligación del Estado a través de la SEP “impulsar la inclusión de las personas con discapacidad en todos los niveles del Sistema Educativo Nacional, desarrollando y aplicando normas y reglamentos que eviten su discriminación y las condiciones de accesibilidad en instalaciones

educativas, proporcionen los apoyos didácticos, materiales y técnicos y cuenten con personal docente capacitado”.

Como vemos, en términos normativos en México existe un marco sólido en defensa del derecho a la educación de calidad de toda la ciudadanía, incluyendo a la población que requiere de educación especial, lo cual, sin duda, es un gran avance. El siguiente paso que implica un verdadero desafío, consiste en materializar este derecho y hacerlo una realidad llevándolo a la práctica. En educación especial no es suficiente ubicar a los estudiantes en las escuelas regulares para que se adapten a este tipo de organización y a los procesos de enseñanza y de aprendizaje que ahí prevalecen. Esto sería simplemente un esquema de integración. La verdadera cultura de la inclusión debe buscar la construcción de comunidades escolares, seguras, colaboradoras y estimulantes. Se deben desarrollar sistemas y escenarios que respondan a la diversidad de tal manera que se valoran a todos los alumnos por igual. Bajo este enfoque cada niño como ser único e irreplicable, se concibe como una oportunidad para enriquecer los procesos de aprendizaje, lo cual significa que deben formar parte de la educación para todos.

El currículo es el medio principal para efectivizar los principios de inclusión y equidad dentro de un sistema educativo. Los currículos inclusivos se basan en la opinión de que el aprendizaje tiene lugar cuando los y las estudiantes participan activamente y toman la iniciativa para dar sentido a sus experiencias (Udvari-Solnar, 1996).

En esta visión, el papel del docente no es el de instruir sino el de guiar y facilitar la participación y el aprendizaje. Esto hace posible que un grupo diverso de estudiantes reciban la educación juntos, ya que no necesitan estar en la misma fase de aprendizaje pues el docente no imparte la misma educación para todos. Más bien, pueden trabajar a su propio ritmo y a su manera, dentro de un marco común de objetivos y actividades. Este enfoque también fomenta un sentido de pertenencia a una comunidad y un entendimiento compartido de los valores clave y de la ciudadanía global, un sentimiento de ser parte de una comunidad más amplia y común de la humanidad (UNESCO, 2016).

Este modelo de inclusión se puede manejar ya sea incorporando a los estudiantes con algún tipo de discapacidad en aulas de educación regular o bien atendiendo a esta población en escuelas especiales. Ambos esquemas deben promover la *Igualdad, la participación, el aprendizaje,*

*la comunidad, el valor a la diversidad, la confianza y la sustentabilidad, que son los valores de las culturas inclusivas.*

México es el país latinoamericano con más estudiantes con discapacidad en educación regular 81.2 por ciento (SIRIED, UNESCO 2013). Muchas escuelas actualmente cuentan la Unidad de servicios de apoyo a educación regular (USAER). A pesar de ello, en la gran mayoría de estos casos aún se debe transitar del modelo de integración al de una verdadera inclusión. El resto de la población con discapacidad en nuestro país (18.8 por ciento) está inscrito en servicios escolarizados especiales llamados Centros de Atención Múltiple (CAM) (SIRIED, UNESCO 2013), en los que también es necesario promover un currículo que permita ejercer plenamente una cultura de la inclusión.

#### **EDUCACIÓN ESPECIAL EN EL ESTADO DE MÉXICO, MARCO CONTEXTUAL.**

Este trabajo se desarrolla en el CAM 05 del Estado de México, el cual está a cargo del departamento de Educación Especial del Valle de Toluca, que es parte de la Dirección de Educación Elemental que, a su vez, corresponde al subsistema de los Servicios Educativos Integrados al Estado de México (SEIEM)<sup>1</sup>.

El departamento de Educación Especial tiene como misión ser una institución educativa *incluyente* que satisfaga necesidades básicas de aprendizaje con *apoyos específicos*, a niños, niñas y jóvenes *con discapacidad, dificultades severas de aprendizaje, de conducta o de comunicación*, así como alumnos con *aptitudes sobresalientes* en los servicios de CAM y USAER que permita su participación plena en la vida social y productiva.

---

<sup>1</sup> Servicios Educativos Integrados al Estado de México, es un organismo público descentralizado; con personalidad jurídica y patrimonio propios, creado mediante el Decreto No. 103 de la Legislatura Local, de fecha 30 de mayo de 1992, en el marco de la descentralización de la educación básica a los Estados. Tiene el objetivo de ofrecer educación básica y normal de calidad, que proporcione a los educandos una amplia cultura, constituida por habilidades intelectuales, conocimientos básicos en disciplinas científicas, humanísticas y tecnológicas; y valores que incorporen los principios de libertad, justicia y democracia; que propicie en ellos un desarrollo integral y una identidad estatal y nacional; que les permita en el futuro, con responsabilidad social, participar en la conformación de un país más competitivo en el concierto de las naciones.

Su objetivo es generar y coordinar lineamientos normativos técnicos, operativos y administrativos de los Servicios de Educación Especial, que garanticen el aprendizaje y la participación en los diferentes contextos, de los niños, niñas y jóvenes, prioritariamente aquellos con discapacidad y aptitudes sobresalientes.

En particular, el objetivo de los Centros de Atención Múltiple es crear las condiciones psicopedagógicas, familiares e institucionales para garantizar que los alumnos con alguna discapacidad múltiple o severa que reciben educación inicial, básica y/o capacitación laboral, reciban los apoyos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas de aprendizaje, que les permitan lograr su integración escolar, social y laboral.

El departamento de Educación Especial coordina 30 Centros de Atención Múltiple (que en el ciclo escolar 2016-2017 atendieron a 2253 alumnos). En los CAM se atiende a la población con discapacidad motora, intelectual, visual y auditiva, así como con Trastorno de Espectro Autista (TEA). En Educación Inicial se atiende a la población de 3 meses de edad hasta 3 años, en Preescolar de 3 a 6 años, en Primaria de 6 a 12 años, en Secundaria de 12 a 15 años y en Formación para el Trabajo de 15 a 22 años.

### **LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA VIVENCIAL E INDAGATORIA DE LA CIENCIA (SEVIC)**

SEVIC es un programa educativo que apoya la formación científica de estudiantes de educación básica en México, tiene como propósito contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la ciencia a través de una pedagogía indagatoria y vivencial, promoviendo que niñas, niños y jóvenes desarrollen conocimientos, habilidades y actitudes tanto científicas como genéricas; que les permitan relacionarse con su entorno para actuar, individual o colectivamente, a favor de una mejor calidad de vida y desempeñarse con éxito en las sociedades del Siglo XXI.

El programa SEVIC es impulsado en México por Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (INNOVEC), organización civil sin fines de lucro que, en colaboración con la Secretaría de Educación Pública promueve su aplicación en escuelas públicas de educación básica de nuestro país. La propuesta curricular del SEVIC está organizada en Unidades Temáticas que abordan a profundidad diversos contenidos científicos, los cuales corresponden con contenidos que se revisan en el plan y programas vigentes en la Secretaría de Educación Pública para Educación Básica.

Las Unidades Temáticas del programa SEVIC cuentan con una guía para el docente que además de desglosar las actividades a desarrollar contiene estrategias centradas en la comprensión y aplicación de habilidades y de los aprendizajes conceptuales adquiridos. Lo que permite al docente recabar evidencia de lo que sus estudiantes saben y son capaces de hacer. Estas estrategias de evaluación también son de utilidad para registrar el progreso de los estudiantes y como herramientas de metacognición para que ellos mismos valoren su propio progreso.

La formación y el acompañamiento a los docentes es un elemento central del programa SEVIC para que conozcan, se familiaricen y se apropien de la pedagogía indagatoria y logren incorporarla a su práctica. Los docentes aprenden ciencia haciendo ciencia, como lo harán a su vez también los estudiantes. Durante la capacitación es probable que enfrenten retos tanto del ámbito cognitivo conceptual como del procedimental en la manipulación de materiales y en los procesos de experimentación. El enfrentar de primera mano estas experiencias de indagación les permitirá a los docentes ir construyendo gradualmente una mayor comprensión sobre la construcción del conocimiento científico y sobre los procesos de aprendizaje en los que se involucrarán sus estudiantes al participar en el programa SEVIC. Esto les permitirá repensar su rol como docentes y reconocerse como facilitadores del aprendizaje más que como transmisores de conocimiento.

Bajo el enfoque indagatorio los docentes generan experiencias de aprendizaje partiendo de la curiosidad natural de las niñas, niños y jóvenes para que desarrollen el interés y el gusto por aprender sobre temas científicos y tecnológicos, para que logren comprender y no sólo memorizar el conocimiento. Proporcionan a los estudiantes oportunidades para experimentar con materiales concretos y fenómenos de la vida real, los estimulan a participar activamente en la construcción de su propio conocimiento y a trabajar de manera colaborativa con sus compañeros y compañeras en el aula. Con esto se favorece el desarrollo de habilidades científicas como: observar, elaborar preguntas para investigar, realizar predicciones, manejar herramientas, materiales de experimentación, obtener, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones, comunicar resultados, argumentar con base en evidencias y consultar diversas fuentes de información para ampliar el conocimiento de lo que se estudia. También se desarrollan habilidades genéricas como trabajar en equipo, comunicarse eficazmente de manera oral y escrita o escuchar y respetar la opinión de otros.

La capacitación se extiende a las autoridades educativas, a los asesores pedagógicos y a los directivos de los centros escolares para que conozcan el programa y su forma de operar e identifiquen la importancia y la manera de contribuir desde sus campos laborales específicos. Para tal efecto, INNOVEC imparte talleres vivenciales con el objetivo de introducir los principios del currículo centrado en la indagación, proporcionándoles una experiencia similar a la que tendrán los estudiantes, realizando todas las actividades que contempla cada Unidad.

Después de la capacitación se realiza la entrega de las cajas de materiales en las escuelas con todo lo necesario para trabajar la Unidad temática. Las cajas de materiales son específicas para cada una de las unidades. Los materiales se contemplan para que cada estudiante cuente con lo necesario para trabajar.

Finalmente, un elemento importante para que los SEVIC se implementen con éxito, es la Vinculación con la Comunidad, que va desde el apoyo que los padres y madres de familia brindan, hasta la comunidad empresarial, académica, así como algunas asociaciones civiles locales, que ayudan en las actividades o con recursos.

#### **IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA VIVENCIAL E INDAGATORIA DE LA CIENCIA (SEVIC) EN EDUCACIÓN ESPECIAL**

El programa SEVIC se ha aplicado en México por más de 15 años en Preescolar, Primaria y Secundaria de Educación Regular. Es hasta más recientemente que se ha comenzado a aplicar en Educación Especial. En el Estado de México a partir de una solicitud de la Directora del CAM 05 de Toluca de brindar una oportunidad de aprendizaje de ciencias a los alumnos con discapacidad en los Centros de Atención Múltiple comienza un largo proceso de gestión que, años más tarde, da lugar a la aplicación del programa SEVIC en Educación Especial. La convicción de la directora del entonces CAM 05<sup>2</sup> la Mtra. María del Socorro Morales Maya<sup>3</sup> de que aprender ciencia es importante para todo ciudadano fue la motivación para iniciar e impulsar las gestiones para la aplicación del programa SEVIC

---

<sup>2</sup> Hasta el ciclo escolar 2014-2015 prevaleció el CAM 05 como un Centro de Atención Múltiple que estaba comprendido desde Inicial, Preescolar, Primaria, Secundaria y Formación para el Trabajo. A partir del ciclo escolar 2015-2016 se dividió en CAM 05 y CAM 61.

<sup>3</sup> Antes había fungido como Asesor Técnico Pedagógico.

en el centro escolar a su cargo. Realizó un oficio solicitando a la jefatura del departamento de Educación Especial, entonces a cargo del maestro Alejandro Sánchez Trujillo, la oportunidad de considerar el programa para educación especial. Posteriormente estableció contacto con la Maestra Laura Ivonne Orozco Camacho, responsable en ese tiempo del programa SEVIC por parte de la Dirección de Educación Elemental de los Servicios Integrados al Estado de México (SEIEM) en Toluca, a quien dirigió igualmente un oficio solicitando el apoyo de esta instancia para aplicar el SEVIC en el CAM 05. Fue invitada a diversas reuniones donde se familiarizó con la forma de trabajo del programa y en particular con la pedagogía indagatoria. Con estas nociones y sin haber recibido una capacitación formal desarrolló con el personal docente del CAM a su cargo algunas actividades experimentales lo más apegado posible a la metodología indagatoria que llevaron a la práctica con sus estudiantes. Esta fue la primera incursión para promover la formación científica dentro del CAM 05.

Las gestiones para aplicar el SEVIC en Educación Especial se siguieron consolidando gracias a la intervención de otras instancias, pero el proceso requirió de cierto tiempo para madurar. Una figura clave para concretar el proyecto fue el Maestro Valdemar Molina Grajeda, Coordinador Académico y de Operación Educativa de los Servicios Educativos Integrados al Estado de México. También se contó con la valiosa contribución de la Maestra María del Carmen Ramos Vázquez, entonces Jefa del Departamento de Educación Especial, así como de la Maestra Aída Hernández Morales, como elemento de enlace con el Departamento de Educación Especial. Por otro lado, se contó con el apoyo de la Coordinación Operativa del Programa SEVIC del Estado de México que forma parte de la Unidad de Apoyo a la Educación Básica y Normal el Estado de México y que en ese momento estaba a cargo de la Lic. Blanca Estela García Maldonado.

Es así como impulsada desde varios frentes, contando con la participación de las diversas instancias estatales y en estrecha colaboración con Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, la implementación de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) para apoyar a la población con discapacidad se materializó inicialmente como una aplicación piloto en cinco Centros de Atención Múltiple de la Entidad (CAM 02 Atlacomulco, CAM 05 Toluca, CAM 21 San Mateo Atenco, CAM 44 Toluca y CAM 47 Lerma) en el ciclo escolar 2014-2015. Con esta aplicación se buscó:

- Enriquecer y brindar una oportunidad de aprendizaje a los alumnos con discapacidad en los Centros de Atención Múltiple.
- Desarrollar habilidades para el aprendizaje permanente, a través de la metodología indagatoria y el ciclo del aprendizaje.
- Promover una educación de calidad especialmente en el ámbito de la enseñanza de la ciencia.
- Fortalecer el modelo de educación inclusiva y el enfoque de atención a la diversidad trabajando la propuesta curricular del programa SEVIC conservando los mismos contenidos que se trabajan en educación regular.

Este proyecto que inició siendo tan sólo una idea, gracias a la suma de voluntades que persiguen un objetivo común, a la acción coordinada de diversas instancias y bajo de inclusión y equidad, se convirtió en una oportunidad concreta de ofrecer educación científica de calidad a la población con discapacidad.

Al término del ciclo escolar 2014-2015 los resultados de la aplicación piloto fueron muy buenos. Esto motivó a que en el ciclo escolar 2015-2016 se extendiera la aplicación del programa a 13 Centros de Atención Múltiple en 10 Zonas Escolares (CAM 2 Toluca, CAM 05 Toluca, CAM 20 Toluca, CAM 44 Toluca, CAM 61 Toluca, CAM 53 Jocotitlán, CAM 21 San Mateo Atenco, CAM 47 Lerma, CAM 43 Metepec, CAM 49 Chapultepec, CAM 33 Texcaltitlán, CAM 2 Atlacomulco, CAM 32 Aculco) con la participación de 30 docentes y beneficiando a 260 alumnos con discapacidad (Discapacidad Intelectual, Discapacidad Auditiva, Discapacidad Motora, Discapacidad Visual, Multidiscapacidad).

La aplicación del programa SEVIC es considerada entre las buenas prácticas llevadas a cabo por los Servicios de Educación Especial durante el ciclo escolar 2015-2016. Se destaca que su aplicación contribuyó a mejorar las prácticas de enseñanza de las ciencias, que los contenidos se abordaron a partir de situaciones vivenciales, que se logró una enseñanza progresiva de los contenidos científicos a través de nociones iniciales y aproximativas y no de los conceptos complejos y que se hizo uso de apoyos específicos a la discapacidad para lograr los objetivos de aprendizaje del programa.

Con base en estos resultados surge el proyecto de sistematizar la experiencia del CAM 05 para conocer con mayor profundidad la

interacción entre los elementos y estrategias del programa SEVIC y los factores propios de este contexto de Educación Especial que promueven el aprendizaje en ciencias entre la población de estudiantes que enfrentan algún tipo de discapacidad.

**ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE ATENCIÓN MÚLTIPLE 05 Y CENTRO DE ATENCIÓN MÚLTIPLE 61 DEL MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO DONDE SE DA SEGUIMIENTO A LA EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA SEVIC**

El Centro de Atención Múltiple No. 05 se encuentra ubicado en el municipio de Toluca, calle Felipe Ángeles s/n, en la colonia Villa Hogar, entre las calles de Paseo Colón y Andrés Quintana Roo. En él se atiende principalmente a población del municipio de Toluca, pero también hay estudiantes de otros 20 municipios del estado. El CAM 05 mantiene vinculación con las escuelas del sistema regular de las comunidades más cercanas puesto que algunos estudiantes logran un determinado desarrollo con lo que se convierten en candidatos para ingresar a estas escuelas bajo el modelo de inclusión.

EL CAM 05 ofrece atención utilizando los planes y programas de estudio generales con las adaptaciones pertinentes, "Orientaciones Generales para el funcionamiento de los Servicios de Educación Especial", contenidos en el Manual de Organización del Centro de Atención Múltiple, SEIEM, 2010.

Para sus clases las docentes se basan en los programas de la Secretaría de Educación Pública y en el Modelo de Educación Secundaria, en los Centros de Atención Múltiple emitido por la Dirección de Educación Elemental, en coordinación con el Departamento de Educación Especial; también utilizan ficheros y materiales del programa de escuelas de tiempo completo y se organizan a los alumnos en equipo para dinamizar las clases. Para el alumno con discapacidad visual se apoya con material en realce y bajo relieve, textos en Braille y calculadora parlante. Se adecuan los contenidos de acuerdo con las necesidades de los alumnos, gimnasia cerebral, discriminación<sup>4</sup> auditiva y visual.

---

<sup>4</sup> La discriminación auditiva se define como la habilidad para reconocer y distinguir diferencias de frecuencias, intensidad y timbre entre sonidos. La habilidad de discriminación visual contribuye a la segmentación de la figura-fondo, las relaciones visoespaciales, el cierre visual, la memoria y la lógica visual.

Las docentes que atienden alumnos con discapacidad auditiva se basan en el modelo Bilingüe Bicultural para fortalecer las habilidades comunicativas y de lenguaje asimismo también utilizan el programa FITZGERALD y claves GIEH, para estructurar el lenguaje en español escrito. Las clases se imparten con ajustes razonables y en Lengua de Señas Mexicano, se fortalecen las clases con apoyos visuales como: videos, portadores de texto, imágenes macros, experiencias vivenciales para las ciencias y de la vida cotidiana. A los alumnos que cuenten con restos auditivos<sup>5</sup> que les permiten escuchar voz se les apoya en la articulación para comunicarse oralmente.

Hasta agosto de 2015 esta institución ofrecía educación inicial, educación básica en los niveles de preescolar y primaria, así como formación para el trabajo. A partir de esa fecha, para dar respuesta a las nuevas políticas educativas que regían el país, el CAM 05 se dividió, creándose el CAM 61, que inició sus funciones con 17 docentes que inicialmente formaban parte de la plantilla de personal del CAM 05, entre ellas la directora.

**El CAM 05.** Conformado por un director, un apoyo técnico de la dirección, 20 docentes de inicial, preescolar y primaria, cuatro maestros de taller, uno de educación física, dos trabajadoras sociales, tres terapeutas de lenguaje, cuatro psicólogos, una maestra de música, una terapeuta física, tres intendentes, tres secretarías, cuatro niñeras, una persona de mantenimiento.

La experiencia que aquí se recuperó corresponde a docentes que trabajaron en el CAM 05 inicialmente, en el momento en que se subdivide al institución algunas fueron transferidas al CAM 61 a partir del ciclo escolar 2015-2016.

El Centro de Atención Múltiple No. 61 se encuentra constituido por cinco grupos de Secundaria y seis de Formación para la Vida y el Trabajo, se atienden alumnos que presentan una o varias discapacidades (intelectual, visual, motora, auditiva y autismo). Formación para la Vida y el Trabajo se encuentra en transición ya que se trabajará con el Programa de CAM

---

<sup>5</sup> Cuando una persona posee una deficiencia auditiva parcial, es decir, que cuentan con un resto auditivo, presenta hipoacusia.

Laboral alineada al Marco Mexicano de Cualificaciones con la finalidad de certificar a los alumnos que cuenten con habilidades para ello y tengan la posibilidad de lograr su inserción al mercado laboral.

**El CAM 61.** Conformado por una directora, una subdirectora, cinco docentes de educación secundaria, seis docentes de formación para la vida y el trabajo, una psicóloga, una trabajadora social, un promotor de TIC, un maestro de artes, una maestra de educación física, seis auxiliares educativas, dos administrativos y un intendente. El perfil profesional de los docentes es diverso; licenciados en psicología, pasantes con estudios de maestría en educación especial, en educación y una persona con doctorado en docencia.

**EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA SEVIC EN EL CENTRO DE ATENCIÓN MÚLTIPLE 05 Y EL CENTRO DE ATENCIÓN MÚLTIPLE 61, MUNICIPIO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO<sup>6</sup>**

El objetivo de este proyecto se centró en recuperar la experiencia de la aplicación del programa SEVIC llevada a cabo en el Estado de México, en una población que enfrenta algún tipo de discapacidad.

Un interés central era conocer el impacto del programa SEVIC en los estudiantes, así como en la práctica docente. También interesaba conocer si la implementación del programa SEVIC en este contexto requería de adecuaciones en cuanto a las actividades y los materiales propuestos de origen.

Se eligió recuperar la experiencia de los docentes que participaron en el pilotaje del programa SEVIC durante el ciclo 2014-2015 en el CAM 05 mismos que continuaron con la aplicación durante el ciclo 2015-2016 aunque algunos en un entorno diferente debido a que en agosto de 2015 ocurrió la división del CAM 05 y algunos de los docentes se establecieron en el CAM 61. Por lo tanto, en el documento se hace referencia a ambos Centros de Atención Múltiple.

---

<sup>6</sup> El presente trabajo se desarrolla tomando como referencia información recabada en el documento: INNOVEC (2016). Sistematización de la Experiencia de Aplicación del Proyecto SEVIC en Educación Especial en el Centro de Atención Múltiple (CAM) No. 5 en Toluca, Estado de México.

Los grupos que participaron en la aplicación del programa SEVIC dirigida a niños, niñas y jóvenes con discapacidad se seleccionaron por contar con docentes que participaron y completaron el proceso de capacitación, que tenían amplio conocimiento de sus alumnos, un buen manejo de grupo, que valoraron su participación como una oportunidad para mejorar la enseñanza, que mostraron disponibilidad para hacer revisiones sistemáticas del programa durante su aplicación, que estaban familiarizados con los materiales de trabajo. En suma, se trató de docentes comprometidos y responsables.

Para la aplicación piloto se les dio a escoger entre las Unidades temáticas *Circuitos eléctricos* y *Ecosistemas* y eligieron inicialmente trabajar con esta última. En el ciclo escolar 2015-2016 se incorporaron también las unidades temáticas *Circuitos eléctricos* y *Telas*.

Durante el ciclo escolar 2014-2015 se llevó a cabo la aplicación piloto del programa SEVIC en El Centro de Atención Múltiple No. 05 bajo la dirección de la Maestra María del Socorro con los siguientes grupos:

Grupo	Condición	Unidad SEVIC	Docente
1° y 2° de secundaria	Discapacidad auditiva	<i>Ecosistemas</i>	Maestra María del Socorro Morales Maya
1° y 2° de secundaria	Discapacidad intelectual	<i>Ecosistemas</i>	Maestra María del Socorro Morales Maya
Alumnos de 1°, 2° y 3°	Discapacidad auditiva	<i>Ecosistemas</i>	Nayhelli Coapango Axomulco. Maestra de Secundaria Multigrado
Alumnos de 1°, 2° y 3°	Discapacidad intelectual y auditiva	<i>Ecosistemas</i>	Eloísa Socorro Serrano Valdez. Maestra de Secundaria Multigrado

Durante el ciclo escolar 2014-2015 se llevó a cabo aplicación ampliada del programa SEVIC en El Centro de Atención Múltiple No. 61 bajo la dirección de la Maestra María del Socorro Morales Maya con los siguientes grupos:

Grupo	Condición	Unidad SEVIC	Docente
1°, 2° y 3° de secundaria	Discapacidad intelectual, visual y multidiscapacidad	<i>Ecosistemas</i>	Elizabeth Orozco Rodríguez. Maestra de Secundaria Multigrado
1°, 2° y 3° de secundaria	Discapacidad intelectual y auditiva	<i>Circuitos eléctricos</i>	Eloísa Socorro Serrano Valdez. Maestra de Secundaria Multigrado
Alumnos de 1°, 2° y 3° secundaria	Discapacidad auditiva	<i>Circuitos eléctricos</i>	Nayhelli Coapango Axomulco. Maestra de Secundaria Multigrado

Durante el ciclo escolar 2014-2015 se llevó a cabo aplicación ampliada del programa SEVIC en El Centro de Atención Múltiple No. 05 bajo la dirección de la Maestra Ada Saraí Alfredo Mora con los siguientes grupos:

Grupo	Condición	Unidad SEVIC	Docente
Preescolar multigrado	Alumnos con discapacidad: intelectual, auditiva, motora y multidiscapacidad.	<i>Telas</i>	Alicia Miranda Juárez Maestra de preescolar Multigrado
Grupo de 4° y 5° primaria	Alumnos con discapacidad: intelectual, motora y autismo	<i>Ecosistemas</i>	Diana Sánchez Luna Maestra de primaria Multigrado

Para profundizar en la experiencia de aplicación del programa SEVIC dirigida a niños, niñas y jóvenes con discapacidad en los Centros de Atención Múltiple 05 y 61, se siguió un enfoque cualitativo, llevándose a cabo dos entrevistas semiestructuradas con los docentes participantes.

Como categorías de análisis se contemplaron los siguientes aspectos: proceso de capacitación, expectativas sobre el programa, resultados de la implementación del programa, adecuaciones requeridas y metodología de indagación.

Se analizó detalladamente la información recabada en cada entrevista y los resultados obtenidos se presentan a continuación de manera sintética por cada categoría preestablecida. Dado que los resultados se expresan de manera conjunta, no se identifican las aportaciones individuales de los docentes participantes. Se insertan algunas citas textuales recuperadas directamente de las entrevistas que se manejan de manera anónima y que nos ayudan a ejemplificar el aspecto analizado.

### PROCESO DE CAPACITACIÓN

Los docentes valoran la experiencia de los capacitadores<sup>7</sup> en el proceso de capacitación. Refieren positivamente su dominio tanto a nivel de conocimientos como de estrategias didácticas.

De manera reiterada describen como “muy pertinente y adecuado” el que la capacitación les permita llevar a cabo ellos mismos el desarrollo de las lecciones pues este acercamiento los fortalece para trabajar el programa más adelante con sus alumnos. Igualmente reconocen como una experiencia enriquecedora el que la capacitación les brindara la oportunidad de trabajar de manera individual y colectiva con sus pares tanto de su mismo nivel educativo como de otros niveles educativos.

Sin embargo, el tiempo de capacitación es un aspecto que sugieren modificar. A consideración de algunos, sería mejor distribuir la capacitación en dos jornadas de trabajo pues concentrarla en una sola sesión lo hace un tanto arduo.

Si bien los docentes reconocieron que el proceso de capacitación fue muy bueno, si consideraron que no estaba adaptado al contexto de educación especial. Mencionaron, por ejemplo, que mantener la atención de un estudiante autista o un estudiante con atención dispersa en un reto de mucho mayores proporciones que el que implica tratar con estudiantes regulares. Se ha mencionado que los docentes participantes son reconocidos por su nivel de compromiso y responsabilidad con el desempeño de su labor educativa. Esto fue fundamental pues a pesar de tener algunas dudas respecto a la aplicación del programa en este contexto de educación especial, mostraron una actitud propositiva y se comprometieron a intentarlo.

---

<sup>7</sup> A cargo de personal de Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.

## **EXPECTATIVAS SOBRE EL PROGRAMA POR PARTE DE LOS DOCENTES ANTES DE SU IMPLEMENTACIÓN**

Entre algunos docentes prevalecía la inquietud de cómo se podría aplicar este programa con alumnos con discapacidad, dado que estaba diseñado para alumnos regulares. Mencionaron que en cuanto al desarrollo de conocimientos de sus alumnos ellos en su didáctica deben atender los aspectos procedimentales, actitudinales y conceptuales. La parte conceptual era la que mayor inquietud les generaba, tenían la falta de retención por parte de sus estudiantes con discapacidad intelectual como impedimento para el desarrollo conceptual progresivo y a profundidad que promueve el programa SEVIC.

Otro aspecto que sembraba inquietud entre algunos docentes era la conformación de los grupos de trabajo para llevar a cabo las actividades SEVIC ya que en ciertos grupos conviven estudiantes con diversos tipos de discapacidad (con algún grado de discapacidad visual, ciegos, con discapacidad intelectual, con discapacidad auditiva, con algún grado de trastorno del espectro autista o con multidiscapacidad). El hecho de que no existía ninguna experiencia de aplicación del programa SEVIC con chicos con discapacidad en el Estado de México se anticipaba pro algunos como un gran reto para sus estudiantes y para los docentes mismos.

El desarrollo de vocabulario científico se vaticinaba como un fuerte desafío, prevalecía en temor de que para algunos no sería posible el desarrollo de esa habilidad debido a las condiciones propias de su discapacidad, así como para los estudiantes sordos ya que muchas palabras no existen en lengua de señas. Se tendrían que deletrear y así ir construyendo el nuevo vocabulario.

Para algunos docentes las metas de aprendizaje del programa se consideraban un poco elevadas para los estudiantes. Otros manifestaron por las características y el enfoque propio del programa SEVIC nunca pensaron que un estudiante con discapacidad no lo podría llevar a cabo y aprender.

## **RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA**

Los docentes mencionan que es importante su compromiso y auténtico interés en la implementación del programa. Que deben conocer los objetivos y tener claridad sobre qué aprendizajes se quieren alcanzar. Para algunos fue muy bueno leer la Guía para el docente antes de empezar la aplicación, así como conocer y familiarizarse con los materiales y realizar las actividades de antemano para no hacer nada improvisado.

Mencionan que contar con los antecedentes teóricos del programa, conocer el ciclo del aprendizaje, promover el uso del cuaderno de ciencias y en general toda la metodología SEVIC es fundamental para los docentes, pero es hasta el momento en que se manipulan los materiales que realmente se toma conciencia de su potencial. En este mismo sentido aunque los planteamientos del programa son claros, un aspecto clave es considerar las posibles variables que tendrían que controlar en el momento de implementarlo con los estudiantes, por lo que el docente debe conocer el material, manipularlo y saber qué cosas podrían fallar.

Refieren que desde el momento en que los estudiantes ven los materiales se interesan, comienzan a hacer preguntas sobre qué es y para qué sirve dicho material. Contar con el interés de los estudiantes es un ingrediente muy valioso y un buen inicio para todo proceso de aprendizaje. A partir de sus preguntas amplían su vocabulario. La curiosidad los lleva a cuestionarse las cosas y a reflexionar sobre lo que observan y esto favorece la comprensión

- "¿Maestra qué es eso? ¿Para qué sirve?"
- "Es material para que hagamos una pecera"
- "¿Qué es una pecera?"

De acuerdo con lo relatado por los docentes, en la implementación de la primera lección hubo nerviosismo, incluso estrés. De hecho, varios docentes tuvieron que repetir la lección dos veces y valerse de algunos apoyos específicos para la discapacidad. No se hicieron adecuaciones a la lección, pero con apoyos como tableros de comunicación, fichas o la secuencia de tareas para los estudiantes con discapacidad intelectual se acompaña y fortalece el proceso cognitivo. También son apoyos específicos el Braille para los estudiantes con discapacidad visual y la lengua de señas mexicana para los estudiantes con discapacidad auditiva ya que finalmente es su lengua materna.

Si su condición de discapacidad lo permitía, a los estudiantes se les preguntaba sobre las actividades que realizarían, esto los motivaba a pensar y organizarse. Posteriormente empezaban a experimentar, luego describían lo que habían hecho y lo explicaban a sus compañeros.

"En el sentido de procesos cognoscitivos, ellos fueron desarrollando pautas de cómo ir armando, por ejemplo, un circuito. Ayudó a que ellos fueran experimentando... empezaron a crear diferentes cosas, como una hélice... A ser más creativos,

más analíticos, más reflexivos. Para ellos fue una experiencia muy bonita y se vio reflejada cuando ellos expusieron”.

Durante la implementación los docentes tuvieron la oportunidad de superar algunos de sus temores iniciales respecto a que el programa manejaba conceptos demasiado elevados para estos estudiantes y que no serían capaces de comprender. La experiencia de aplicación les permitió constatar que entendieron perfectamente los conceptos, por lo que concluyen que el programa si funcionó y los estudiantes lo gozaron muchísimo.

“La experiencia que hemos tenido con el programa SEVIC ha fortalecido mucho el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento lógico-matemático, de incremento de vocabulario científico en los alumnos, procesos de atención, de percepción, de memoria, por alumnos con características muy específicas con discapacidad, ya que el programa lo trabajaron alumnos que tienen discapacidad auditiva, discapacidad intelectual, discapacidad motora y/o discapacidad visual.”

Respecto a las Unidades temáticas trabajadas, los docentes refieren que con la Unidad de *Ecosistemas* los estudiantes desarrollan mucho la observación, pero no ofrece tantos elementos para experimentar y manipular mientras la Unidad de *Circuitos eléctricos* les permite mayor interacción, manipulación de materiales y los estudiantes ponen a prueba ideas que ellos mismos generan y tratan de armar.

“Cuando hicimos la casa, por ejemplo, no prendía, la serie no prendía y se preguntaban *¿qué es lo que estamos haciendo mal?* En ese momento me di cuenta de que estaban analizando el procedimiento, los pasos que llevaron a cabo. Desarrollaron un proceso de análisis de comprensión, de cuestionarse y descubrir por qué no estaba funcionando. Cuando identificaron lo qué estaba pasando lo volvieron a hacer y esta vez si funcionó.”

Además de lo referido anteriormente, los docentes destacaron que una riqueza del programa es que desarrolla en los estudiantes el gusto por conocer más, por saber más, el hábito de hacerse preguntas, la curiosidad de implementar cosas nuevas. Igualmente mencionaron como algo inesperado que los estudiantes se engancharon emocionalmente con el desarrollo de su trabajo. Esto dio los docentes la oportunidad de trabajar en el manejo de emociones desde este ámbito socioemocional.

### ADECUACIONES REQUERIDAS

Los docentes relatan que, debido a que sus estudiantes con discapacidad intelectual procesan la información más lentamente que los alumnos regulares, tuvieron que desarrollar materiales de apoyo, adicionales a los materiales del programa. Mencionan que para cada una de las lecciones ya cuentan con mucho material de apoyo para la discapacidad. También se requiere dedicar más tiempo a cada lección. Mencionan que no tuvieron que adecuar el objetivo, sólo los materiales y considerar más tiempo para el procedimiento.

Algunos estudiantes solamente requieren ayuda verbal, por ejemplo, se les debe dar la instrucción dos veces, de manera pausada; hay otros estudiantes que requieren una ayuda física para realizar las actividades. No se hicieron adecuaciones a los contenidos, a los objetivos, a las temáticas, ninguna adecuación, nada más al procedimiento y dependiendo de cada alumno según su condición lo permita según sus fortalezas y su realidad.

Hubo quienes hicieron adecuaciones desglosando y subdividiendo la actividad en varias subactividades para ir más despacio, de acuerdo con cómo lo requieran los estudiantes.

En los grupos de discapacidad auditiva, su método de trabajo es bilingüe de manera que como adecuaciones hicieron la traducción de las lecciones a lenguaje de señas. Los estudiantes también presentaban lo que habían aprendido en lenguaje de señas. Sin embargo, el lenguaje de señas a veces está limitado para los términos científicos, Surgió la interrogante de cómo utilizar lenguaje científico con lenguaje de señas que tuviera un significado para el estudiante. Los docentes empezaron a hacer una lista en español de todo aquel lenguaje científico que no estaba contemplado en el lenguaje señas mexicana y con ello desarrollaron un vocabulario, obtuvieron el apoyo de uno de los estudiantes que domina muy bien el lenguaje de señas y de un profesor sordo, buscaron estrategias para poderse apropiar de algunos conceptos en lenguaje de señas, para que los estudiantes lo pudieran trabajar, fue un aprendizaje conjunto un trabajo colaborativo. Adecuando términos, buscando sinónimos...

“El término *Ecosistema*, lo tuve cambiar por el de *Casa*; *ECO*, quiere decir *Casa*, eso si lo entendieron. *Ecosistema* es como tu casa, ¿en tu casa qué tienes?, y empezamos a hablar con ellos, sobre lo que tienen, sobre lo que necesitan... entonces si les fue significativo, entonces si lo entendieron.”

Una estrategia utilizada por los docentes fue reforzar las lecciones. Cada vez que tenían la clase hacían un recordatorio de lo que ya habían aprendido, porque todas las lecciones se van ligando.

Con la convicción de que los estudiantes en este contexto son capaces de comprender el programa, lo que sugieren es adecuar el procedimiento a las características de los estudiantes, aprovechando sus fortalezas. Centrarse en lo que logran, no en aquello que no pueden realizar. Por ejemplo, quienes tienen buena motricidad pueden realizar ciertas tareas en apoyo para quienes no la tienen.

### **METODOLOGÍA DE INDAGACIÓN**

Entre los docentes prevalecía la convicción de que la mediación que debían llevar a cabo era guiar al estudiante a que construyera por sí mismo su conocimiento. Los dejaron explorar, les permitieron equivocarse como parte del proceso de aprendizaje. Mediante ensayo y error pudieron cuestionar por qué algo no funcionaba y esto les permitía entender. Eso los motivó a tener más seguridad, porque cuando expusieron ante los demás, sabían lo que habían hecho. Los docentes se sintieron satisfechos de constatar que los estudiantes analizaron lo que hacían y gozaron trabajar en equipos pequeños.

Los docentes refieren que algo que ayudó a su práctica es implementar el aprendizaje a través de la indagación. Mencionan que antes del programa sabían que este aprendizaje es efectivo, pero que muchas veces no tienen tiempo de desarrollar secuencias didácticas sólidamente estructuradas y también encuentran problemas en conseguir los materiales de trabajo. Valoran que el programa SEVIC ofrece tanto las secuencias didácticas estructuradas, vivenciales y progresivas para consolidar los conocimientos, los materiales de trabajo y además actividades para reforzar la convivencia y el desarrollo personal respetando estilos y ritmos de aprendizaje. El método de la indagación, es muy efectivo y se relaciona mucho con el método de resolución de problemas, los prepara para situaciones que podrán enfrentar en el futuro.

“La metodología de la indagación, parte de que todo niño es curioso..., hace que uno como docente pueda interesar al alumno en las actividades de ciencia, lo cual evita que exista indisciplina..., Nos permite a los docentes planear todas las actividades basadas en aspectos novedosas para los alumnos, motivantes, innovadoras. El enfoque de indagación me permite una apertura

para que los alumnos con discapacidad sean capaces de opinar, de proponer, de formularse hipótesis, es decir, de beneficiarse del proceso de aprendizaje”.

Sin embargo, reconocen el reto de apegarse al método de indagación pues implica que cada docente tome conciencia de su rol como facilitador

“Al implementar el programa, cada día iba yo descubriendo como ellos tenían esas habilidades, como iban desarrollando sus habilidades y como tenía yo que preguntar, porque la metodología del SEVIC, es que ellos piensen, que reflexionen, que yo le pregunte... y el alumno tiene que razonar y pensar y dar una respuesta..., entonces ahí en ese paso primero se debe tener la habilidad de preguntarle, de hacer que él piense. Es una habilidad que yo como docente tengo que tener, o desarrollar, para que él pueda llegar a la respuesta. No se trata de que yo le dé la respuesta hecha, si no que él con todo el conocimiento que ya tiene, pueda dar una respuesta. Pero a veces cuesta mucho trabajo que yo tenga la habilidad suficiente para hacerle la pregunta y él pueda dar una respuesta. Por ejemplo, con un alumno sordo cuando uno no encuentra las palabras adecuadas en el lenguaje manual y cuando él no tiene sus conceptos en lenguaje manual y mucho menos en lenguaje escrito, a nosotros como docentes nos cuesta mucho saber qué hacer ¿qué tipo de pregunta le tengo que hacer, para que él piense, para que indague y pueda dar una respuesta?”

#### LECCIONES APRENDIDAS Y LA VISIÓN A FUTURO

Tomando en consideración que el programa SEVIC no fue diseñado expresamente para atender estudiantes con discapacidad uno de los principales aprendizajes de esta experiencia es la afirmación por parte de los docentes de haber logrado los objetivos de aprendizaje con sus estudiantes de Educación Especial. Es cierto que su aplicación no se llevó a cabo como suele hacerse en un contexto de educación regular, pero con el desarrollo de materiales de apoyo en función de las necesidades detectadas, la extensión de los tiempos de aplicación y algunas adecuación al material para facilitar su manejo por los estudiantes y (aumento de tamaño, por ejemplo) se alcanzaron los objetivos.

Una aportación valiosa es la elaboración/ y traducción a Lenguaje de Señas mexicano del vocabulario científico. Es una herramienta que

resultará de gran utilidad a otros docentes y a medida que se utilice, se podrá perfeccionar con las aportaciones de otros docentes.

El hecho de que todos los docentes fueron muy comprometidos y contaban con años de experiencia en educación especial fue sin duda un elemento clave para lograr este resultado. Aún habiendo enfrentado algunas dificultades nunca mostraron resistencia alguna a la aplicación, por el contrario, se esmeraron en encontrar la manera de cumplir el objetivo, incursionando en adecuaciones procedimentales, abriendo brecha para posteriores aplicaciones dirigidas a estudiantes con discapacidad. En todo momento mostraron gran compromiso, voluntad y responsabilidad para lograr lo propuesto por el programa SEVIC.

Igualmente es de reconocer que, en gran parte, los buenos resultados obtenidos se deben a que se contó con el valioso apoyo de directivos y autoridades educativas que hicieron grandes esfuerzos para dar inicio e impulsar la aplicación del SEVIC dirigida a estudiantes con discapacidad.

La experiencia de aplicación permitió identificar que el trabajo colaborativo es fructífero en este contexto, pero debe organizarse en equipos pequeños, de dos participantes, dado que la coordinación, comunicación y comprensión entre estudiantes con discapacidad es más compleja.

Si bien todas las Unidades Temáticas del programa SEVIC se sustentan en la metodología indagatoria, la aplicación de una u otra dependerá en gran parte de los contenidos que se busque abordar (en relación al currículo oficial) pero también de las habilidades que se quiera privilegiar. Los docentes reportan, por ejemplo, que la Unidad de *Ecosistemas* favoreció entre los estudiantes la observación y fortaleció la sensibilidad hacia los seres vivos, pero debido a la naturaleza de la Unidad no se favorece la manipulación de materiales y la experimentación, mientras que la Unidad de *Circuitos eléctricos* si promueve estas habilidades. De ahí que la selección de la Unidad a aplicar es una decisión determinante de acuerdo con las condiciones y necesidades del grupo y sus integrantes.

Promover la enseñanza basada en la indagación es fundamental pues gracias a este enfoque se logró el desarrollo de habilidades de pensamiento científico entre los estudiantes con discapacidad con lo que se rompieron estigmas con respecto a las capacidades de los estudiantes que tanto docentes como padres de familia dieron cuenta. También se reportó un aumento en el vocabulario, el desarrollo de habilidades en el uso de materiales y mejoras en la dinámica de clase.

Para concluir se enlistan a continuación algunas recomendaciones para la aplicación del SEVIC dirigida estudiantes con discapacidad:

Traducir los materiales impresos a Braille, pensando en que efectivamente la población con discapacidad visual no puede acceder a estos contenidos de manera autónoma.

Ampliar el periodo de capacitación a más de un día para que los profesores puedan interactuar con el material y llegar con dudas al siguiente o siguientes días. Si bien este punto pudiera parecer difícil por las restricciones que enfrentan los docentes para asistir a procesos de formación y desarrollo profesional, es un factor muy importante. Sería deseable sobre todo para los maestros menos experimentados que necesitan un mayor apoyo. También sería recomendable incorporar las lecciones aprendidas en esta experiencia de aplicación pues la capacitación que se brinda es la misma que reciben los docentes que aplican en educación regular.

La creación de una Unidad “segunda parte” más enfocada al desarrollo de habilidades para la vida y el trabajo, para dar continuidad al proceso educativo, en particular con estudiantes de secundaria que esta nueva unidad los encause a desarrollar habilidades que les permitan manejarse en un futuro fuera del contexto escolar.

En suma, dado los resultados de la aplicación registrados en esta experiencia se recomienda ampliamente fortalecer la implementación del SEVIC en beneficio de más estudiantes de Educación Especial que enfrentan algún tipo de discapacidad.

## REFERENCIAS

- Artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos consultado en octubre de 2018

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/articulos/3.pdf>

- LEY GENERAL DE EDUCACIÓN

Nueva Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 1993  
TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 19-01-2018 consultado en octubre de 2018

[https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley\\_general\\_educacion.pdf](https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley_general_educacion.pdf)

- LEY GENERAL PARA LA INCLUSIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2011  
TEXTO VIGENTE Últimas reformas publicadas DOF 12-07-2018

consultado en octubre de 2018 [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD\\_120718.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD_120718.pdf)

- SEIEM (s/f). Acerca de los Servicios Educativos Integrados al Estado de México. Página web recuperada el 10 de diciembre de 2016 en: <http://207.248.228.165/web/Acerca>

- UDVARI-SOLNER, A., & THOUSAND, J. S. (1996). Creating a Responsive Curriculum for Inclusive Schools. *Remedial and Special Education*, 17(3), 182–191. consultado en octubre de 2018

<https://doi.org/10.1177/074193259601700307>

- UNESCO 2013. Sistema Regional de Información Educativa de los estudiantes con discapacidad (SIRIED). Resultados de la primera fase de aplicación. Publicado en 2013 por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago, Chile).

consultado en octubre de 2018

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/SIRIED-resultados-primera-fase-aplicacion.pdf>

- UNESCO 2016. Educación para la Ciudadanía Mundial. Preparar a los Educandos para los retos del siglo XXI. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, París, Francia.

consultado en octubre de 2018

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244957>

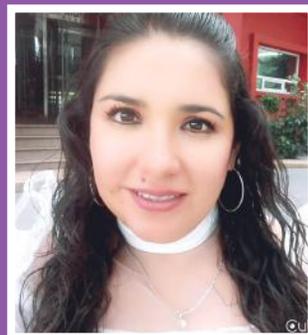
- UNESCO 2017. Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, París, Francia.

consultado en octubre de 2018

[http://down21-chile.cl/cont/cont/2017/336\\_2\\_guia\\_para\\_asegurar\\_la\\_inclusion\\_y\\_la\\_equidad\\_en\\_la\\_educacion.pdf](http://down21-chile.cl/cont/cont/2017/336_2_guia_para_asegurar_la_inclusion_y_la_equidad_en_la_educacion.pdf)

# KARINA ANTONIETA ZEPEDA ANTÚNEZ

Estudió la Licenciatura en Contaduría Pública, en el Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México, Maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad YMCA. Además de ser profesora de Educación Primaria y Secundaria, ha participado como ponente en Congresos de Ciencias Naturales, celebrados en el Estado de México y Chiapas. Ha dirigido foros para docentes de nuevo ingreso al Servicio Docente, ha sido reconocida como maestra de experiencias exitosas por la Subdirección de Educación de Ecatepec, Estado México.



## INNOVACIÓN E INCLUSIÓN EDUCATIVA MEDIANTE APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN: EL CASO DE LA UNIDAD TEMÁTICA "CIRCUITOS ELÉCTRICOS" DE LA PRIMARIA VESPERTINA "CLAUDIO CORTÉS CASTRO", ECATEPEC, ESTADO DE MÉXICO

.....

Karina Antonieta Zepeda Antúnez

Ma. Antonieta Antúnez Rueda

José Sánchez Domínguez

### INTRODUCCIÓN

En los escenarios globalizados del siglo XXI la educación constituye la palestra para la transformación social, económica y política, por lo cual resulta pertinente que los docentes estimulen en los educandos desde edades tempranas la curiosidad, las actividades de indagación y sistematización de la información con estrategias acordes a su desarrollo cognitivo, que, además, sean atractivas y motivadoras para la alfabetización científica.

Lo anterior significa asumir el conocimiento desde una perspectiva constructivista que involucre resolver asuntos de interés de los educandos, además de crear en ellos conciencia de que la ciencia es resultado del quehacer humano y de su cultura; por consiguiente, la edad no puede ser una limitante, ya que todos pueden generarla y mejorar el entorno inmediato, así como llevar a cabo prácticas científicas y la toma de decisiones informadas y desde un ángulo crítico (Cantó, Pro y Solbes, 2017).

En ese contexto la ciencia, la investigación y la solución de problemas científicos son procesos ligados a un todo entendido como competencias

científicas; éstas, están ligadas a otras de carácter operativo: las competencias investigativas<sup>1</sup>. Ambas generalmente son vinculadas propiamente a los estudios universitarios y de posgrado; no obstante, en el currículo oficial de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México, en Educación Básica, desde la educación preescolar hasta el nivel secundaria existen contenidos relacionados con el conocimiento de las ciencias.

Al respecto, para favorecer el aprendizaje de las ciencias naturales el *Programa de Estudios 2011, Educación Básica* de la SEP (López y Galicia, 2014) define las competencias que los alumnos deben desarrollar para alcanzar una formación científica básica. Estas competencias incluyen, entre otras, la capacidad para comprender los fenómenos naturales y su relación con la vida cotidiana, así como la aplicación de los conocimientos habilidades, actitudes y valores para resolver problemas comunes que faciliten reconocer las limitaciones y los alcances de la ciencia y que la conceptualicen como una actividad en constante transformación para erradicar la obsolescencia del conocimiento.

En ese orden de ideas las competencias investigativas, según Jaik (2013), son un proceso que culmina en la construcción de conocimientos científicos, lo cual comprende elementos que varían de un autor a otro; no obstante, el denominador común, tácito o explícito, es que implican habilidades, conocimientos, destrezas y actitudes que favorecen la indagación y el proceso investigativo (Aular, Marcano y Moronta, 2009; Cuevas, Guillén y Rocha, 2011; Maldonado et al., 2007; Ollarves, Yolibet y Salguero, 2009; Rojas y Aguirre, 2015).

Londoño (2011) refiere esas competencias como el desencadenamiento de aptitudes para observar, registrar notas de campo, preguntar, experimentar e interpretar, lo cual repercutirá en la formación académica de los estudiantes y en la generación de conocimiento.

A propósito, los autores coinciden con Karpov (2015) respecto a que “la formación de competencias de investigación debería comenzar en la etapa de educación escolar” (p. 443), porque la sociedad del

---

<sup>1</sup> Bajo el enfoque pedagógico basado en la indagación, estas competencias investigativas se refieren como habilidades de indagación.

conocimiento exige generar una personalidad que sea capaz de crear el nuevo conocimiento. De ahí que la formación de las competencias investigativas deba promoverse desde la educación preescolar hasta la Universidad, como un *continuu* que valora y potencializa las relaciones socioculturales, las funciones creativas del docente y del educando para favorecer el enriquecimiento del conocimiento.

### LA INCLUSIÓN

Cabe recordar que el principio de educación inclusiva fue adoptado desde 1994 durante la Conferencia Mundial sobre *Educación de Necesidades Especiales: acceso y calidad*<sup>2</sup> organizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Ello implicó que las escuelas regulares acogieran a todos los niños y jóvenes con independencia de sus condiciones intelectuales, físicas, emocionales, sociales y de otro tipo.

Hoy día esa es la realidad de las instituciones de educación pública a nivel básico en México; no obstante, existen carencias para una mejor atención como, por ejemplo, la proporción real de personas con discapacidad que acceden al sistema escolarizado, datos sobre su permanencia en el sistema y las características de sus trayectorias escolares (UNESCO, 2007).

Dicho panorama se complementa con la falta de capacitación de docentes en esferas específicas para la atención de niños y niñas con discapacidad física o intelectual o de otro tipo, así como sobre el ritmo de aprendizaje, los métodos y las herramientas didácticas con mayor eficacia para el aprendizaje.

### LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA BASADA EN LA INDAGACIÓN

Los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC) conforman un programa educativo que apoya la formación científica de estudiantes de Educación Básica en México. El programa SEVIC tiene como propósito contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la ciencia a través de una pedagogía indagatoria y vivencial. El SEVIC consta de diversas *Unidades temáticas* para cada grado escolar que abordan a profundidad diversos contenidos temáticos ya actividades

---

<sup>2</sup> [nesdoc.unesco.org/images/0011/001107/110753so.pdf](https://nesdoc.unesco.org/images/0011/001107/110753so.pdf)

para promover el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que permitan un aprendizaje con comprensión (Bases pedagógicas del Programa SEVIC, (INNOVEC, 2017).

El programa Sistema de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de las Ciencias (SEVIC), contribuye a mejorar el desarrollo de las competencias científicas de los alumnos de educación básica mediante la indagación, entendida como una estrategia pedagógica centrada en el estudiante y en el papel del docente como facilitador de los procesos de aprendizaje para la construcción del conocimiento científico. Esta metodología de trabajo extracurricular implica desterrar de la planta docente las prácticas tradicionales y la creencia de que el profesor es quien debe poseer todo el conocimiento y, por ende, ser el proveedor de respuestas correctas.

Al aplicar esta estrategia pedagógica resulta sobresaliente que las competencias investigativas emerjan como un proceso natural de la curiosidad en los niños, porque así es como desarrollan procesos básicos: observar, relacionar, comparar, ordenar, jerarquizar y clasificar (Sevilla, 2003).

La postura que incentiva el SEVIC es que los profesores logren trascender pedagogías obsoletas para arribar a prácticas docentes que estimulan la formación integral de los estudiantes y la creación de conocimientos a partir de una relación dinámica y constructiva de los educandos con el objeto de estudio, guiados por cuestionamientos esenciales: por qué, para qué y cómo. Este tipo de actividades se ve fortalecida con el apoyo de redes de conocimiento como la que representa Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (INNOVEC), que fortalece alianzas y redes nacionales e internacionales de apoyo para la educación en ciencias basadas en la indagación.

Llevar a la práctica el enfoque pedagógico basado en la indagación en la enseñanza de la ciencia involucra al docente, a la calidad de la educación que se persigue, a las autoridades que brindan facilidades y estimulan las actividades extracurriculares que fortalecen la formación científica. La parte medular de esa nueva forma de comportamiento académico es que, según Burgos, Vega y Moreno (2013), los docentes en el siglo XXI tienen el reto de construir entornos innovadores que permitan articular estrategias educativas que también faciliten aprovechar las tecnologías, entre ellas las de información y comunicación (TIC), en el desarrollo de competencias.

A propósito, el SEVIC incentiva la adopción de relaciones de cooperación que impulsen el logro de los objetivos de aprendizaje curriculares, la interacción dinámica entre los alumnos y el medioambiente, la estimulación del trabajo en equipo y un liderazgo distribuido.

En consecuencia, aplicar a la vida real lo aprendido en el aula, debiera ser un denominador común y no una aspiración o un conflicto entre los educandos. Sin embargo, lo cierto es que en las escuelas de educación básica existe una brecha entre lo que se estudia y lo que se vive fuera del aula.

### LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA SEVIC

En el aula se permite a los educandos que expresen lo que sienten o piensan; el trabajo se desarrolla en pares o en equipo, cada alumno adquiere responsabilidades para que asuman el compromiso de colaborar, las cuales están acorde con su edad y con los procesos para llevar a buen fin la Unidad Temática. Esto implica, por ejemplo, que haya quien sea responsable de repartir el material, a partir de la práctica específica que se llevará a cabo por lo cual debe seleccionar las herramientas y materiales pertinentes para lograr el éxito de la actividad. Así como el registro de las actividades en el cuaderno de ciencias, donde se registran las acciones y al final concluyen redactando; “lo que aprendí hoy”, expresión que orienta a la autoevaluación.

El docente debe incentivar que el alumno disfrute esa actividad extracurricular, para lo cual se apoya en las especificaciones del programa SEVIC y hace énfasis en compartir con los participantes acciones y conductas que expresen afecto, que es divertido aprender y que el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje, por lo cual resulta sobresaliente su imaginación y creatividad, además de visualizarse como un futuro científico.

Los contenidos de la Unidad temática son abordados desde contextos vinculados con la vida personal de los alumnos; se utiliza el *Kit* o caja de materiales proporcionado por la Coordinación del Programa estatal para impulsar los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia en las escuelas de Educación Básica.

En el Estado de México el programa SEVIC se ha aplicado desde el año 2007, anualmente se han beneficiado a 90 mil estudiantes de educación básica: preescolar y primaria. Uno de los municipios en donde el programa SEVIC ha tenido un importante impacto es Ecatepec.

En el municipio de Ecatepec el programa SEVIC ha operado desde el ciclo escolar 2012-2013. Durante el ciclo escolar 2016-2017 trabajaron con el programa 11 escuelas, 118 maestros y 3,282 alumnos de educación primaria. Los alumnos que asisten a estas escuelas, de acuerdo con lo reportado por maestros y autoridades educativas son de contextos socioeconómicos bajos, con problemas de desintegración familiar y en algunos casos con necesidades educativas especiales.

Como mencionamos anteriormente, el precepto de inclusión ha concretado el derecho a la educación que tienen todos los niños y las niñas en edad escolar con necesidades educativas especiales (NEE), que además tienen características de marginación socioeconómica. Sin importar dichas situaciones la política de inclusión ha logrado que todos tengan la oportunidad de aprender ciencias.

Entre otras razones, esto da sentido a compartir la experiencia de aplicación del SEVIC en la Escuela Primaria, vespertina, "Claudio Cortés Castro", ubicada en el municipio de Ecatepec, Estado de México, específicamente el grupo de Quinto grado de primaria conformado por 25 alumnos de diversas características especiales. Como veremos a continuación, esta experiencia es una manera concreta y real de llevar a la práctica la tesis de que "todos los y las estudiantes cuentan, y cuentan por igual" (UNESCO, 2017, p.12) en el contexto de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que enfatiza la inclusión y la equidad educativa.

El grupo de Quinto grado de la escuela primaria, vespertina, "Claudio Cortés Castro" está conformado por cinco educandos con NEE, dos con Déficit de Atención, otros dos con Hiperactividad y uno con problemas de comunicación; el resto de los integrantes comparte con ellos características de marginación social. Adicionalmente, su situación no es favorable en aspectos emocionales, específicamente presentan problemas de afecto, viven en un medio social hostil; en ocasiones son maltratados física y psicológicamente, lo cual afecta concretamente la asistencia a la escuela y, por consiguiente, a clases.

En este trabajo específicamente se consigna la importancia de la participación de los alumnos ya descritos, en la Unidad Temática de "Circuitos eléctricos". El trabajo desarrollado logró resultados sobresalientes que derivaron en la innovación de una máquina despachadora de líquidos, nombrada "la máquina de los sueños" pero además fueron fortalecidas las habilidades sociales de todos los

alumnos, así como el respeto, la empatía y el trabajo colaborativo. Esto implicó énfasis en el trabajo en equipo, que las actividades de experimentación fueran consensuadas a efecto de lograr la coordinación entre los participantes para tomar acuerdos y llegar a la meta de aplicar lo aprendido.

En la operatividad de la Unidad Temática de "Circuitos eléctricos"<sup>3</sup>, se brinda la oportunidad a los estudiantes de conocer el mundo de la electricidad, trabajan con diversos materiales eléctricos y al experimentar con los circuitos eléctricos, se desarrollan habilidades en los alumnos y el razonamiento causal es utilizado para explicar el funcionamiento de los circuitos eléctricos y su utilidad en la vida cotidiana.

Para lograr lo anterior, se trabajaron las lecciones de la unidad, que abarcan ideas principales: *Pensando en la electricidad; lo que puede hacer la electricidad: elementos principales que integran un circuito; probadores de circuitos; localizando fallas y solucionando problemas sencillos; el funcionamiento de los focos incandescentes; materiales conductores y aislantes; símbolos utilizados en un diagrama para representar las partes de un circuito; diferencias entre circuitos en serie y en paralelo; los interruptores; planear, diseñar y elaborar una linterna; las propiedades de los diodos y la instalación eléctrica de una casa de cartón.*

Al inicio de la clase, mediante una canción que contiene una pregunta generadora o una adivinanza, se motiva a los alumnos para enfocar su atención, seguida de la exploración de los materiales; se confrontan las ideas previas, se ponen en práctica las hipótesis y se llevan a cabo las actividades para abordar desde una perspectiva científica lo que se está experimentando.

También, es fundamental que de manera explícita se aplique lo aprendido en la lección: *construyendo circuitos eléctricos, probadores de circuitos, identificación del funcionamiento de los focos incandescentes, los conductores y aislantes*, con el propósito de identificar fallas en objetos de estudio (lámparas) y solucionar problemas sencillos, además de familiarizarlos con los símbolos utilizados en un diagrama técnico.

---

<sup>3</sup> National Academy of Sciences, 2012. ISBN 0-89278-955-7  
<http://innovec.org.mx/home/index.php/profesores/unidades-sevic>

En la última parte de la Unidad, los estudiantes exploran y descubren las diferencias entre circuitos en serie y en paralelo; aprenden acerca de los interruptores; planean, diseñan y elaboran una linterna; descubren las propiedades de los diodos y los integran como parte de los circuitos, concluyendo con la instalación eléctrica de una casa de cartón. Con las habilidades adquiridas plasman lo que han aprendido. Esta forma de trabajo ha motivado al alumno para asistir a la escuela, de manera que pueden no asistir otro día, pero cuando se trabaja con el SEVIC, no se ausentan.

La metodología descrita está sustentada en que alumno y el docente aprenden haciendo; siempre se busca despertar la curiosidad y la capacidad de asombro de los participantes, cuando las alumnas y el o la docente se dan cuenta que las herramientas que se utilizan para los circuitos eléctricos no son de uso exclusivo del sexo masculino se comprueba la importancia de la equidad de género.

En ese sentido, la estrategia didáctica es una guía que coordina el proceso enseñanza-aprendizaje-evaluación para la adquisición de competencias investigativas en los educandos, que además, tanto estas competencias como lo aprendido en la Unidad temática les serán útiles a lo largo de la vida, ya que los estudiantes son capaces de hacer exposiciones orales sobre las propiedades básicas de la electricidad, de construir probadores de circuitos, linternas de mano caseras, instalaciones de circuitos en serie y en paralelo en una casa a escala; igualmente, lámparas de buró, guitarras eléctricas, circuitos en un parque recreativo a escala con letreros que tienen luces intermitentes al ritmo de piezas musicales y, finalmente, se detectan las fallas y son solucionadas en conjunto.

Los aprendizajes y comportamientos adquiridos pueden ponderarse a partir de expresiones hechas por los participantes: — “Maestra, parece que era difícil lo de la luz eléctrica y ahora ya veo que no es así”; “Yo arreglo todas las lámparas que no prenden, soy el experto”; “Yo pruebo los focos, pero no los arreglo”. Estas participaciones nos muestran que los alumnos reconocen y valoran positivamente la ciencia.

### LA INNOVACIÓN

Como parte del reto de la indagación, se solicitó a los alumnos que propusieran de qué otra forma se podía aplicar lo aprendido, con el requisito de que fuera sorprendente y que dejara asombrados a quienes vieran la actividad que desarrollarían. En ese sentido los alumnos,

por equipo, expusieron sus propuestas y así surgió la idea de hacer una **“máquina despachadora de agua y fresco, la máquina de los sueños”**, cuyo funcionamiento es despachar líquidos con el simple hecho de colocar un vaso frente al haz de luz (diodo laser) activándose así el mecanismo de los motores y provocando la salida del líquido.

Describiéndose el proceso de esa innovación se puede referir que se aportaron ideas de cómo construir la máquina. Primeramente, se utilizaron los materiales del Kit de circuitos eléctricos, algunos alumnos aportaron materiales de casa, otro más llevó unos motores de carritos eléctricos de material desechable que su padre, recolector de basura, aportó para dicho trabajo. La docente que encabezó la dinámica de SEVIC contribuyó con materiales electrónicos y la asesoría de un ingeniero experto en electrónica.

Por su parte los padres de familia colaboraron en distintas actividades del contexto de la actividad de la Unidad Temática “Circuitos eléctricos”: unos lijaban madera otros pintaban, otros más elaboraron guitarras eléctricas y los alumnos colocaron los circuitos, focos de colores e interruptores que permitían la variedad en la intensidad de las luces; al estar trabajando como un gran equipo, un alumno con entusiasmo comentó: —Maestra, será que algún día podamos ser como el señor de los pelos parados con bata blanca en el laboratorio, refiriéndose a Alberto Einstein. Esta es la evidencia de que los estudiantes que aplicaron la metodología de SEVIC ya están inculcados con la inquietud de la Ciencia.

Cabe señalar que hubo una autoevaluación<sup>4</sup> para que los alumnos se dieran cuenta de los logros obtenidos, una coevaluación para la valoración conjunta del trabajo en equipo y la heteroevaluación donde se asignó la calificación por el docente<sup>5</sup> entendidas estas formas de evaluación como lo idóneo para mejorar y que el alumno tome conciencia del resultado de su aprendizaje.

La enseñanza, antes de trabajar el SEVIC, se basaba estrictamente en el orden del libro de texto y la planeación de los aprendizajes esperados basados en el Programa de Estudio, se puede decir que la enseñanza era

---

<sup>4</sup> Casanova María Antonia. La Evaluación Educativa. 1998. SEP. pp.261

informativa y únicamente el papel del docente era protagónico. Ahora los niños y las niñas son los protagonistas de su aprendizaje, indagando y comprobando o desechando sus hipótesis.

### IMPACTO

A través de su actividad laboral los autores de este trabajo han observado diversos casos en los que los alumnos se manifiestan desmotivados o desinteresados por la forma en que algunos profesores les imparten las clases. Esta situación se revierte con las actividades extracurriculares sustentadas en prácticas vivenciales para la adquisición de aprendizajes significativos y útiles a lo largo de la vida que promueve el programa SEVIC.

Los impactos del Programa SEVIC en la comunidad escolar han sido muy significativos. Las autoridades educativas reportan que el impacto positivo ha sido en los docentes, en los estudiantes y en los padres de familia, logrando una mayor integración de la comunidad educativa y una mayor integración social de la comunidad en general.

- Primeramente, impacta en los docentes, les cambia paradigmas. Porque de una enseñanza tradicional e informativa pasan a una enseñanza vivencial en donde cada alumno utiliza materiales provistos para cada Unidad temática desarrollada para cada grado y que se provee a cada grupo.
- Con el respaldo de la metodología de la indagación se fomenta y desarrolla el uso responsable del material por parte de los alumnos y los maestros. Porque ese material va a ser reutilizado en el siguiente ciclo escolar por otros alumnos y maestros y se ha formado la conciencia de cuidar el material entre quienes lo utilizan. Algunas cosas se dañan o se acaban y eso es bueno pues es signo de que lo están usando. Al término de la Unidad Temática los maestros y los estudiantes hacen un recuento del material y lo entregan limpio y lo más completo posible.
- La aplicación del SEVIC también impacta a los maestros en su forma de evaluación. De una evaluación tradicional, pasan a una evaluación formativa, cualitativa y eso es muy importante.
- Otro impacto positivo en los maestros es que debido a que los alumnos se motivan a aprender más allá de los que se presenta en las lecciones, manifiestan su inquietud y empiezan a preguntar y a cuestionar al maestro quien tiene la necesidad de investigar e indagar para prepararse y comprender mejor los contenidos de ciencias para atender las necesidades de sus alumnos.
- Los docentes han cambiado su práctica pedagógica, pasando de una enseñanza tradicional basada en la memorización a una enseñanza

vivencial en donde se utilizan materiales para la experimentación.

- Es un programa transversal que trastoca todas las asignaturas.
- El Programa SEVIC ha logrado que los estudiantes tengan un mayor interés por la escuela, encuentran interesantes las clases de ciencias y quieren aprender más.
- Los estudiantes que tienen la oportunidad de trabajar con SEVIC, también motivan a sus padres ya que el día que les toca trabajar con el programa de ciencias manifiestan que no quieren faltar a la escuela.
- El programa convierte los niños y las niñas en estudiantes proactivos, analíticos, críticos que desarrollan habilidades y competencias que los alumnos de escuelas que no tienen este programa no acceden a estas competencias fácilmente.
- Los estudiantes y docentes que trabajan el programa SEVIC han logrado desarrollar valores como la solidaridad porque se comparten los materiales o como el respeto por los seres vivos, la sensibilidad y el cuidado del medio ambiente, habilidades de comunicación oral y escrita, desarrollo de conocimientos y habilidades científicas.
- Tanto alumnos como maestros aprenden a llevar el registro de datos (usando el cuaderno de ciencias), desarrollan la capacidad de observación de hechos y procesos, la cultura de la sistematización.
- El impacto trasciende el contexto escolar y llega hasta los padres de familia ya que se involucran, apoyan a sus hijos y a los maestros. Muy pocos programas tiene ese alcance. La curiosidad por el interés de los hijos con la ciencia los ha hecho ir al salón de clase y preguntar a los maestros sobre el trabajo que realizan, terminan participando en las clases también. Los padres participan junto con los hijos en las muestras pedagógicas al concluir el programa.
- Esto ha logrado una mayor integración: de los padres con sus hijos al trabajar juntos con la clase de ciencias y de los padres a las escuelas, al participar y apoyar a los docentes con las clases de ciencias. El caso de Ecatepec es un ejemplo de lo que ocurre con el programa en otras comunidades del país.
- Las autoridades escolares, supervisores y directores han participado activamente en las capacitaciones que reciben los docentes, han realizado seguimiento en el salón de clase y han participado al final del ciclo escolar en las ferias pedagógicas que se organizan en las escuelas para mostrar el trabajo de los estudiantes.

### REFLEXIÓN FINAL

Las autoridades educativas son pieza clave para que se pueda lograr el trabajo en equipo, para promover la enseñanza de la ciencia en las

aulas y para las actividades extracurriculares, pues siempre existe el riesgo de enfrentar cierta apatía por parte de algunos docentes. En este caso se conformó un equipo sumamente comprometido en favorecer el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Igualmente, cuando se cuenta con la participación de los padres de familia, quienes se involucran con aprendizaje de sus hijos al apoyarlos en las actividades experimentales, y en conversaciones extraescolares sobre lo realizado en el aula, se fomenta el trabajo colaborativo. Con ello el aprendizaje no se restringe a los alumnos sino que alcanza a todos los que formamos parte de este gran proyecto y los padres de familia no son la excepción.

#### **RECONOCIMIENTO Y AGRADECIMIENTOS**

Los resultados del trabajo exitoso en el aula con el SEVIC, implican el trabajo profesional de quienes saben que la educación es factor clave para mejorar la calidad de vida y con esa convicción conforman un gran equipo de trabajo. El éxito de este trabajo no hubiera sido posible sin la fundamental participación de la Coordinación Estatal, de la Subdirectora de Educación Primaria en la Región de Ecatepec, quien asumió la responsabilidad de operar el Programa con gran profesionalismo, el liderazgo pedagógico del Jefe de Sector cuyo compromiso con la innovación educativa y la inclusión desempeñó un papel muy relevante, así como del Supervisor Escolar, Lic. Raúl Millán de la Rosa. Los Asesores Técnicos del SEVIC en el sector, Maestra Ma. Antonieta Antúnez Rueda, Maestro Roberto Ruano Fabela, que estuvieron a cargo de la asesoría, el seguimiento y el acompañamiento tanto de docentes como de directores, supervisores y asesores técnicos de zona escolar.

Las autoridades y docentes que participaron en este proyecto y que brindaron su apoyo incondicional son: Subdirectora de Educación: M. en C. María Julia Castañeda Santana; Jefe de Sector Escolar VII: Licenciado José Sánchez Domínguez; Docente: Maestra Karina Antonieta Zepeda Antúnez, a cargo del grupo de quinto grado; Asesores Técnicos de Subdirección y Sector Escolar: los M. en C. María Rubiela Mota Miranda de la subdirección de educación y de sector escolar, Ma. Antonieta Antúnez Rueda y Roberto Ruano Fabela quienes han motivado a los docentes a trabajar con el SEVIC. Igualmente se contó con el seguimiento puntual y asertivo de la M. en C. Ivonne Orozco Camacho de la Coordinación Estatal.

El liderazgo del Jefe de Sector escolar, Mtro. José Sánchez Domínguez, ha motivado a los participantes en el Programa SEVIC, a desempeñarse de manera eficaz y comprometida, destacando la importancia de tratar a los niños con respeto, responsabilidad y profesionalismo en toda ocasión. Siempre pendiente de fomentar el trabajo en equipo, expresa que el programa SEVIC ha favorecido el aprendizaje significativo de los alumnos, sin distinción de sexo, edad, origen social, situación económica, pertenencia social o étnica, incluyendo a los alumnos con necesidades especiales de aprendizaje. Sostiene que todos tienen la oportunidad de aprender ciencias, posibilitando la comprensión de los fenómenos naturales, y de participar en el cuidado de la salud y el medio ambiente, así como de gozar de la inclusión, la solidaridad, la empatía.

Finalmente, damos las gracias especialmente a INNOVEC, organización que ha puesto su atención y su esfuerzo en favorecer la formación científica de los alumnos y las alumnas sin importar las limitantes físicas o condición social y económica, a su coordinadora la M. en C. Claudia Robles González, a la M. en C. Catalina Everaert Maryssael y a todo el equipo de INNOVEC por haber motivado y acompañado este proyecto.

## REFERENCIAS

- Aular, J., Marcano, N. & Moronta, M. (mayo-agosto, 2009). Competencias investigativas del docente de educación básica. *Laurus*, 15(30), 138-165. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76120651007>
- Burgos, A., Vega, D. R. & Moreno, J. E. (Eds.) (2013). *Instituciones educativas vivas*. Tunja, Colombia: Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
- Cantó, J., Pro de, A. & Solbes, J. (2017). ¿Cómo utilizan los conocimientos en ciencias los futuros maestros de educación infantil ante una información escrita? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (33), 99-122. Doi: 10.7203/DCES.33.10997
- Cuevas, L., Guillén, D. M. & Rocha, V. E. (agosto-octubre, 2011). Las competencias en investigación como puentes cognitivos para un aprendizaje significativo. *Razón y Palabra*, 16(77). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520010084>
- INNOVEC, (2017). *Bases pedagógicas del Programa Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencias (SEVIC)*.
- Jaik, A. (2013). *Competencias investigativas: Una mirada a la educación superior*. D. F., México: REDIE
- Karpov, A. (5 December, 2015). Formation of the Modern Concept of Research Education: from New Age to a Knowledge Society. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 439-447. Doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.718
- Londoño, O. (2011). Desarrollo de la competencia investigativa desde los semilleros de investigación. *Revista Científica "General José María Córdova"*, 9 (9), 187-207. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/4762/476248850008/>
- López, E. & Galicia, G. (Coord. Ed.) (2014). *Plan de estudios 2011. Educación Básica* (3ª ed.). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan\\_de\\_Estudios\\_2011\\_f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf)
- Maldonado, L. F., Landazábal, D. P., Hernández, J. C., Ruíz, Y., Claro, A., Vanegas, H. & Cruz, S. (abril-junio, 2007). Visibilidad y formación en investigación. Estrategias para el desarrollo de competencias investigativas. *Revista Studiositas Bogotá*, 2(2), 43-56. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2719652>
- Ollarves, L., Yolibet, C. & Salguero, L. A. (mayo-agosto, 2009). Una propuesta de competencias investigativas para los docentes universitarios. *Laurus*, 15(30), 118-137. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76120651006>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2007). *Consulta a países de Latinoamérica sobre Información asociada a las Necesidades Educativas Especiales*. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO Santiago.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2017). Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002595/259592s.pdf>
- Rojas, C. & Aguirre, S. (ene-jun, 2015). La formación investigativa en la educación superior en América Latina y el Caribe: Una aproximación a su estado del arte. *Revista Eleuthera*, (12), 197-222. Doi: 10.17151/eleu.2015.12.11.
- Sevilla, J. (octubre, 2003). Alumnos y docentes investigadores creativos. *UMBRAL. Revista de Educación, Cultura y Sociedad*, 3(5), 102-110. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/umbral/contenidos/v03\\_n05.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/umbral/contenidos/v03_n05.htm)

.....  
La Enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica

**Antología sobre indagación e inclusión**

Se terminó de imprimir el 28 de diciembre de 2018 en Comersia Impresiones S.A. de C.V.,  
Insurgentes Sur No. 1793 int. 207. Col. Guadalupe Inn. Del. Álvaro Obregón. C.P. 01020.  
Ciudad de México.

[www.comersia.com.mx](http://www.comersia.com.mx)

El tiraje constó de 500 ejemplares.



Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C.  
San Francisco 1626 int. 203  
Del Valle, 03100  
Benito Juárez. Ciudad de México  
Tel. (55) 5200 0560  
[www.innovec.org.mx](http://www.innovec.org.mx)

ISBN 978-607-98010-0-7