

# LA ENSEÑANZA EN LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN MEDIA: LOGROS Y RETOS DE SU IMPLEMENTACIÓN EN IBAGUÉ- COLOMBIA

Helga Patricia Bermeo<sup>1</sup>

José David Meisel<sup>2</sup>

## Resumen

La enseñanza de las ciencias en la población estudiantil joven es un factor clave para que un país cuente con una masa crítica de ciudadanos, alfabetizada científicamente para que facilite y promueva el desarrollo tecnológico, económico y social, bajo un enfoque sustentable. La metodología de enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) se está posicionando internacionalmente como herramienta pedagógica efectiva para generar en los jóvenes el desarrollo de competencias científicas. Este artículo se orienta a presentar los detalles de la implementación de la metodología ECBI en un entorno particular: El Programa de Pequeños Científicos (PPC) en la región central de Tolima, bajo la orientación y liderazgo de la Universidad de Ibagué. Los resultados revelan las particulares condiciones en que este programa parece

---

1

Doctora en proyectos de ingeniería e innovación. Profesora e investigadora del grupo GINNOVA de la Universidad de Ibagué – Colombia. helga.bermeo@unibague.edu.co. (8) 2709400

2

Magister en Ingeniería Industrial. Becario de doctorado, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.

tener más éxito, lo que a su vez alimenta la estrategia de implementación para la Universidad de Ibagué como entidad ejecutora.

**Palabras clave:**

ECBI en Colombia, Propuestas pedagógicas, Educación en ciencias.

**Abstract**

The teaching of science in young student population is a key factor for a country to have a critical mass of citizens scientifically literate to facilitate and promote technological, economic and social development under a sustainable approach. The methodology of teaching inquiry-based science (ECBI) is positioning itself internationally as effective pedagogical tool to promote the development of scientific skills in young people. This paper aims to present the implementation details of the methodology ECBI in a particular environment: Young Scientists Program (CFP) in the central region of Tolima, Colombia, under the guidance and leadership of the University of Ibagué. The results reveal the particular conditions where this program appears to be more successful, which in turn feeds the implementation strategy for the University of Ibagué as executing agency.

**Key words:**

ECBI in Colombia, Proposed pedagogical, Science education.

**Introducción**

Para competir con éxito en la sociedad del conocimiento y la tecnología del siglo XXI, se requiere de personas con capacidad para pensar críticamente, resolver problemas y apropiarse adecuadamente del uso de tecnologías. En este contexto, toma importancia la necesidad de impartir una educación a lo largo de la vida, que se fundamente en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a ser. En particular, el aprender a hacer es un llamado a ofrecer una educación más que profesionalizante, una educación que capacite a los individuos en la competencia para hacer y tomar acción frente a las diversas situaciones que enfrenta en su entorno. Así mismo, con el surgimiento de grandes avances tecnológicos en materia de informática y comunicaciones, es clara la necesidad de que a través de la educación, también se lleve a cabo la alfabetización tecnológica de los ciudadanos, como uno de los factores claves para garantizar el desarrollo sostenible de los pueblos y reducir la brecha tecnológica frente a los países más desarrollados.

Para lograr lo anterior, se ha subrayado la necesidad de promover una ciencia escolar válida y útil para los estudiantes, en donde el modelo de enseñanza de las ciencias sea coherente y pertinente con la realidad del mundo globalizado, contribuyendo así al desarrollo de una comprensión flexible, sistemática y principalmente crítica del mundo, los otros y de sí mismos. Uno de los principales elementos a tener en cuenta, es la importancia que tiene la primera etapa del proceso de educación formal, en donde se presenta la oportunidad de

sentar las bases del pensamiento científico y educar la curiosidad natural de los estudiantes hacia hábitos del pensamiento más sistemáticos y autónomos.

Los modelos de enseñanza de las ciencias, han evolucionado buscando día a día el mejoramiento y optimización del aprendizaje, estos se han desarrollado a través de métodos opuestos a la metodología de la enseñanza tradicional, la cual privilegia el aprendizaje memorístico y en donde el docente es el protagonista en el proceso y los estudiantes solo cumplen un rol pasivo en la clase; los nuevos métodos se basan en un enfoque constructivista que propone una construcción conjunta del conocimiento, esto significa que el aprendizaje no es solo un asunto de transmisión, asimilación y acumulación de conocimientos sino un proceso para ensamblar, interpretar y construir conocimiento desde los recursos de la experiencia y la información que recibe el estudiante.

A partir del enfoque constructivista se han desarrollado dos metodologías principales, los modelos basados en el estudiante como científico y los que vislumbran al estudiante como aprendiz. En el primer modelo tiene lugar la metodología de enseñanza por investigación, en donde se utiliza la simulación en clase de las actividades de los grupos de investigación, como principal estrategia para la construcción del conocimiento. En el segundo modelo se afirma que “cuanto más ajustados y precisos se hagan los diseños de enseñanza a los procesos de aprendizaje y desarrollo cognitivo que llevan al

estudiante a convertirse en experto en ciencias, mayores serán las posibilidades para provocar esta transformación cognitiva” .

A través de los años se han generado nuevas propuestas metodológicas que complementan y enriquecen las anteriores como la enseñanza de las ciencias basada en indagación conocida por sus siglas iniciales como ECBI. Este modelo pedagógico que tuvo sus inicios en los años 70 en los Estados Unidos, bajo el liderazgo del premio Nobel de Física Leon Lederman; se basa principalmente en el aprendizaje a través de actividades que implican la realización de observaciones, formulación de preguntas, revisión de fuentes de información y evidencias experimentales, planificación de investigaciones, proposición de respuestas y explicaciones, y comunicación de resultados. La indagación requiere del aprendiz la capacidad para la identificación de supuestos, el uso del pensamiento crítico y lógico, y la consideración de explicaciones alternativas. En este contexto, los estudiantes aprenden la manera científica de conocer el mundo y desarrollan la capacidad de realizar investigaciones . Más allá de esto, la ECBI se caracteriza porque exige que los actores inmersos (docentes, estudiantes, comunidad institucional) se cuestionen sobre la ciencia que se debe y es posible enseñar. La ECBI obedece a un enfoque multifacético que pretende que los docentes se orienten hacia pedagogías que motiven a los estudiantes al aprendizaje de las ciencias.

En Colombia, la ECBI está presente como propuesta pedagógica en el Proyecto Pequeños Científicos (PPC). Este es un programa con el que se busca cambiar la forma de enseñar ciencias en la escuela básica primaria colombiana. Su propósito principal es “desarrollar competencias científicas y tecnológicas, habilidades de comunicación y competencias ciudadanas en su población objetivo”. El PPC trabaja directamente con los docentes y las instituciones educativas, e indirectamente con los niños. A los docentes, por medio de un esquema de formación, el PPC les proporciona herramientas básicas para realizar una clase de ciencias basada en la indagación; a las instituciones, el PPC les adelanta un esquema de seguimiento para facilitar la implementación del mismo.

El proceso de evaluación propuesto para el PPC es sistémico e incluye diversas dimensiones de análisis. Dentro de este sistema se identifican dos dimensiones: 1) el sistema de intervención y 2) resultados de la intervención. Estas dimensiones en su conjunto, responden a los objetivos principales del Proyecto: desarrollo de competencias en los niños, proceso de formación docente, gestión escolar y gestión del proyecto en los núcleos. En particular, los resultados de la intervención se analizan a partir de tres factores principales: cobertura, consolidación y calidad.

Los resultados de la aplicación de este sistema de evaluación del PPC en Colombia, se inician con el trabajo piloto realizado en Bogotá durante el año

2006 . Luego, durante el año 2008 se llevó a cabo el proceso de evaluación del Proyecto Pequeños Científicos (PPC) en la ciudad de Ibagué, bajo la administración y coordinación de la Universidad de Ibagué. Particularmente, este artículo aborda el caso de estudio de la implementación del PPC en la ciudad de Ibagué, en donde se analizó el impacto y alcance del programa desde la perspectiva de los estudiantes, teniendo en cuenta factores individuales, grupales e institucionales y su relación con los logros del PPC, en términos de ambiente de aprendizaje en el aula de clase y el desarrollo de competencias ciudadanas en los estudiantes.

## **Metodología**

Este artículo se enfoca en el estudio y evaluación del caso de aplicación del PPC en la ciudad de Ibagué, durante el año 2008. Los sujetos de interés fueron los estudiantes de los cursos de 4 y 5 de primaria de diferentes instituciones educativas de la ciudad de Ibagué. A la muestra de 636 estudiantes, se les aplicó los instrumentos al principio y al final del año de formación en el PPC.

Los factores considerados en los instrumentos de medida incluyeron variables relativas al estudiante (desarrollo de ambientes de aprendizaje en cuanto al Respeto a la palabra, Opinión y participación; y Trabajo colaborativo). Estos resultados en su valor promedio (calificados originalmente en la escala de 1 a 5) fueron contrastados con la presencia de otras variables como el tipo de docente,

el curso atendido y a la institución en la que se implementó el PPC. De esta forma, se analizaron 3 factores como variables independientes y 3 factores de resultados como variables dependientes, para las fases *pre* y *post* de evaluación. Una vez confirmada la validez de los instrumentos de consulta (análisis del alfa de Cronbach) y hecha la reducción de variables (análisis factorial confirmatorio), se utilizó el análisis estadístico descriptivo e inferencial (Análisis ANOVA) para valorar el valor de cambio logrado en los estudiantes, luego de haber participado durante un año en el PPC.

## **Resultados**

El propósito principal de este estudio fue analizar la influencia de factores individuales, grupales e institucionales, en la condición inicial y final de los grupos de estudiantes intervenidos por el PPC en la ciudad de Ibagué. En esta medida, se analizó si existía diferencia en las respuestas de los niños ante los ambientes de aprendizaje de las ciencias, por razón de características institucionales, componentes institucionales, características del curso, perfil del docente y perfil del estudiante.

*Análisis de los ambientes de aprendizaje.* Los elementos del ambiente de aprendizaje que se midieron en el salón de clase fueron: Respeto a la palabra, Opinión y Participación; y Trabajo colaborativo. La medida de estas variables en su fase inicial, correspondió a la suma ponderada producto del análisis

factorial por componentes principales. Los resultados del análisis descriptivo de estas tres nuevas variables, revelan que en promedio, los niños en su fase inicial muestran que en sus clases hay un buen desarrollo de los elementos más significativos del trabajo cooperativo (valor promedio 4.52); los otros elementos como la opinión y participación y el respeto a la palabra no muestran un alto desarrollo, dado que sólo se presentan algunas veces en sus clases de ciencias (valor promedio 3.63 y 3.64 respectivamente); en la fase post los resultados muestran que en sus clases se mantiene un buen desarrollo de los elementos más significativos del trabajo cooperativo (valor promedio 4.46), y los otros elementos como la opinión y participación y el respeto a la palabra no muestran una mejora con respecto a la fase inicial, sólo se presentan algunas veces en sus clases de ciencias (valor promedio 3.54 y 3.65 respectivamente).

Al analizar la incidencia del perfil institucional sobre el desarrollo de ambientes de aprendizaje, los resultados del análisis relacional muestran que este factor hace diferencia en el grado de desarrollo de un ambiente de aprendizaje propicio para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas que se logran inculcar en los estudiantes a través del PPC. Con respecto al poder diferenciador de cada uno de los componentes institucionales sobre el desarrollo de ambientes de aprendizaje, los resultados evidencian que los estudiantes que pertenecen a instituciones educativas que hacen seguimiento a la implementación del PPC a nivel de docentes, presentan un mayor desarrollo del respeto a la palabra. Lo anterior revela de nuevo que un constante seguimiento a

la labor docente es un factor positivamente relacionado con el logro de un favorable ambiente de aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en el marco del PPC. Al evaluar la incidencia de los factores del perfil docente, se resalta que los estudiantes cuyos cursos son orientados por un docente de género masculino, presentan un mayor grado de desarrollo de ambientes de aprendizaje.

*Análisis del cambio luego de la intervención del PPC.* A nivel de estudiantes, considerando el valor promedio de todas las puntuaciones obtenidas de todos los 636 niños participantes en el PPC, la comparación de medias al inicio y final del Proyecto, revelaron la presencia de un cambio positivo y significativo en niños respecto a su actitud en el trabajo cooperativo y la opinión y participación de los estudiantes [p-valor (t-test)<0.05].

A nivel de grupos, considerando el valor promedio de las puntuaciones obtenidas de todos los niños vinculados a un determinado grupo, el test de comparación de medias de todos los 24 grupos presentes en el PPC, en la fase *pre & post* reveló en particular, un cambio positivo y estadísticamente significativo en la generación de la Opinión y Participación [p-valor (t-test)<0.05].

## **Conclusiones y recomendaciones**

En esta investigación se evidenció la importancia del factor institucional para el alcance de buenos resultados en el PPC. En particular, se resalta la conveniencia de su implementación en instituciones en las que el proceso esté consolidado, particularmente por qué hay procesos de seguimiento y evaluación interna del proceso, así como la disponibilidad de recursos para apalancar los materiales requeridos para el normal funcionamiento del Proyecto.

Es de notar también, la contribución que a los logros del PPC hacen aspectos vinculados al perfil del maestro tanto como del estudiante. Los resultados evidencian un mejor logro del Proyecto en aquellos grupos liderados por profesores con experiencia en el marco de PPC y en aquellos estudiantes que llevaban más tiempo aprendiendo ciencias a través de la indagación. Finalmente, resulta de especial interés el hallazgo de que el logro de un determinado factor de ambiente de aprendizaje, es dependiente del nivel de logro alcanzado en los otros factores considerados en el aula de clase.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio del PPC Ibagué deja ver la necesidad de reformular los instrumentos de evaluación para así poder establecer como mayor claridad, los logros del Proyecto y el proceso de seguimiento a esta metodología en el aula de clase.

## **Bibliografía**

- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de las enseñanzas de las ciencias. *Revista Eureka*, 1, 3-16.
- Barros, J. (2008). Enseñanza de las ciencias desde una mirada de la didáctica de la escuela francesa. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía (EIA)*, 10, 55-71.
- Buch, N., & Wolff, T. (2000). Classroom teaching through inquiry. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 105 - 109.
- Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI presidida por Delors*. Madrid: Unesco.
- Deober, G. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching schools. En L. Flick , & N. Lederman, *Scientific inquiry and nature of science Netherlands*. Springer.
- Duque, M. (2008). *Programa Pequeños Científicos: presentación y alternativas de vinculación*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Furman, M. (2008). Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando piedras fundamentales del pensamiento científico. *IV Foro Latinoamericano de Educación, Aprender y Enseñar Ciencias: desafíos, estrategias y oportunidades*.

- González, A. (2009). ABC en la Educación Científica. Manos en la Masa. *Taller Latinoamericano Evaluar proyectos ECBI. Universidad de los Andes. Bogotá. . Brasil: Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ.*
- Grynszpan, D. (2009). La ciencia en tu escuela. *Taller latinoamericano Evaluar proyectos ECBI. Bogotá: Universidad de los Andes.*
- Harlen, W., & Allende, J. (2007). *Informe del Grupo de Trabajo sobre Colaboración Internacional en la Evaluación de "Educación en Ciencias Basada en la Indagación". Chile: Universidad de Chile.*
- López, P. (2009). Educación en Ciencias Basadas en Indagación (ECBI) - Academia Chilena de Ciencias. *Taller Latinoamericano: Evaluar Proyectos ECBI. Bogotá: Universidad de los Andes.*
- Meisel, J. (2007). *Factores Críticos Institucionales que tienen relación con el ambiente de aprendizaje y las competencias ciudadanas de los estudiantes. Bogotá: Universidad de los Andes.*
- NRC. (2000). *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. Washington.*
- NSRC. (1997). *Science for all children. Washington.*
- Olier, C., Duque, M., & Tiberio, J. (2007). An Assessment Information System for a K-12 Hands-On Program: the Pequeños Científicos Case. *International Conference on Engineering Education – ICEE.*

Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive teaching and learning methods definitions comparisons and research bases. *Journal Engineer Education*, 95(2), 123-138.

UNESCO. (2001). *Science, technology and mathematics education for human development*. Goa, India: Unesco.