

## PEQUEÑOS CIENTÍFICOS, UNA APROXIMACIÓN SISTÉMICA AL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN LA ESCUELA

José Tiberio Hernández / María Figueroa / Cristina Carulla / María Isabel Patiño / Mariana Tafur / Mauricio Duque

### Resumen

Este artículo presenta de forma breve las características más importantes del programa Pequeños Científicos en sus diferentes dimensiones de acción. Hace una corta descripción de los objetivos que éste persigue, las estrategias que utiliza y los resultados preliminares que ha obtenido.

### Palabras Clave:

*Pequeños Científicos, ciencias naturales, Indagación Guiada, enseñanza, aprendizaje.*

### Abstract

This paper shortly describes the main characteristics of the Pequeños Científicos program in its different action dimensions. It describes the program objectives, the strategies used in it and the preliminary results that have been obtained.

### Key words:

*Pequeños Científicos, natural sciences, guided inquiry, teaching, learning.*

### Introducción

Resulta un lugar común afirmar que la sociedad del siglo XXI es la sociedad del conocimiento científico y tecnológico. Es difícil encontrar actividad humana que no incluya componentes tecnológicos, ni actividad humana que no haya sido modificada por la tecnología. También resulta claro el papel transformador que la tecnología ejerce sobre el mundo en que vivimos; observamos a diario sus beneficios y sus perjuicios. Un ejemplo es el marcado proceso de integración y de globalización de la sociedad potenciado por las tecnologías de la comunicación y de la información.

Este es el mundo en el que vivirán y se desempeñarán como ciudadanos los niños y niñas que actualmente se encuentran en nuestras escuelas: un mundo en el que la complejidad y la incertidumbre serán parte del panorama (Morin, 1999). En esta medida, cada vez resulta más claro que el ciudadano común requiere de un nivel adecuado de "alfabetismo" científico y tecnológico para insertarse adecuadamente en la sociedad y participar así en las grandes decisiones y dilemas que el progreso le plantea al planeta tierra: "El siglo XX ha producido progresos gigantescos en todos los dominios del conocimiento científico al igual que en los dominios de la tecnología. Al mismo tiempo, ha producido una nueva ceguera frente a los problemas globales, fundamentales y complejos" (Morin, 1999).

Pero la "ilustración" científica y tecnológica no se refiere a un cúmulo de conocimientos de los que se pueda dar cuenta en un examen clásico que los evalúe, sino a aquellos conocimientos, habilidades y actitudes que articulados adecuadamente se transformen en competencias, en contextos de actuación definidos que le permitan al ciudadano desarrollar desempeños apropiados en su vida cotidiana. Se trata de... "comunicar el sentido tal que podamos comprenderlo y tal que guíe nuestras investigaciones, exigiendo una ambición más grande que la simple difusión de conocimientos" (Charpak & Omnès, 2004). Por estas razones, y tal como afirma Morin, "la enseñanza deberá incluir una enseñanza de la incertidumbre que ha aparecido en las ciencias físicas, las ciencias de la evolución biológica y las ciencias históricas" (Morin, 1999).

### Antecedentes en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

El aprendizaje y la importancia de las ciencias naturales han sido temas de discusión desde hace varias décadas. Diferentes países han invertido importantes recursos en el desarrollo de materiales y didácticas apropiadas que permitan un aprendizaje de las ciencias eficaz y pertinente, convencidos del papel central que el conocimiento científico tiene en el ejercicio de la ciudadanía. Desde los años 70, en respuesta a estas iniciativas parcialmente frustradas, comenzó a emerger una nueva propuesta basada en la Indagación Guiada como didáctica para el aprendizaje de las ciencias. Particularmente en Estados Unidos esta propuesta tuvo un gran desarrollo con la financiación de la NSF (National Science Foundation). Así mismo, desde finales de los años 80 del siglo XX, se

\* Grupo LIDIE. Facultad de Ingeniería - Universidad de los Andes.

\*\* Grupo Una Empresa Docente. Facultad de Ciencias - Universidad de los Andes.

comenzaron a desarrollar un número importante de proyectos siguiendo estas orientaciones pedagógicas, apoyadas en protocolos de indagación desarrollados para este propósito. Algunos ejemplos de productos finales que tienen orientación son *Insights* (Worth, 1999), *FOSS* o *STC*, resultados de investigaciones de diferentes centros, academias e instituciones educativas.

Particularmente interesante ha sido también la experiencia francesa del proyecto nacional denominado *La main à la pâte*<sup>1</sup> (Manos a la obra), que en un período de tiempo muy corto, menos de 10 años, ha logrado posicionarse como uno de los proyectos nacionales más exitosos del mundo en relación con una renovación de la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria.

En Colombia, en el año 2000 cuatro instituciones unieron sus esfuerzos buscando impulsar en el país un gran movimiento de reforma en la educación en ciencias naturales, apropiándose de propuestas que internacionalmente comenzaban a mostrar resultados muy interesantes. Estas instituciones son: Maloka, la Universidad de los Andes, el Liceo Francés Louis Pasteur y la Alianza Educativa<sup>2</sup>.

### Objetivo del programa Pequeños Científicos

El programa Pequeños Científicos tiene como objetivo principal estimular y contribuir a la renovación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en instituciones educativas en Colombia. Pequeños Científicos no sólo pretende desarrollar en los niños pensamiento científico, sino que también busca desarrollar habilidades de experimentación, de expresión y comunicación, así como valores ciudadanos mediados por la confrontación de ideas. Todo esto teniendo como marco de discusión la ciencia, patrimonio de la humanidad.

El programa Pequeños Científicos es parte de una iniciativa mayor encaminada a propiciar la renovación de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, las ciencias naturales y la tecnología. En el marco de este proyecto se articulan en la Universidad de los Andes dos grupos de investigación de reconocida trayectoria nacional e internacional: LIDIE y Una Empresa Docente.

### La enseñanza de las ciencias y la aproximación de Pequeños Científicos

Las novedosas aproximaciones al aprendizaje de las ciencias en este programa parten de un supuesto fundamental: los procesos de aprendizaje en que se encuentra inmerso el mundo científico; esto es, la forma en que los científicos descubren e interpretan los fenómenos del mundo, es muy posiblemente la estrategia más significativa y adecuada posible para aprender ciencias naturales. Una mirada a estos procesos revela además, que en su esencia, dichos procesos responden a una visión constructivista.

Algunos autores han denominado a la investigación científica como una actividad de aprendizaje significativo y autónomo por excelencia (Novak, 1999). No es extraño, además, que estas propuestas novedosas en enseñanza de las ciencias hayan sido impulsadas por grandes científicos al observar lo inapropiadas y alejadas de la naturaleza de las ciencias naturales, que resultaban las prácticas que se podían apreciar en el aula de clase. Las nuevas propuestas provienen del mundo científico con el apoyo de educadores en ciencias naturales, matemáticas, tecnología e ingeniería. Esta alianza ha sido tan fructífera que las nuevas investigaciones en el campo, financiadas por la NSF (National Science Foundation), solicitan la conformación de equipos en los que se encuentren presentes educadores de todas estas áreas.

La estrategia seleccionada para el aprendizaje-enseñanza de las ciencias se ha basado en la Indagación Guiada. Por indagación se entienden los procesos de aproximación a los fenómenos naturales que adelanta un científico para comprenderlo y modelarlo. En el caso de los niños, resulta fundamental guiar este proceso con miras a lograr avances rápidos en la comprensión de los aspectos fundamentales del mundo permitiéndole al niño recorrer de alguna forma una parte del camino que ha recorrido el mundo científico en un tiempo razonable.

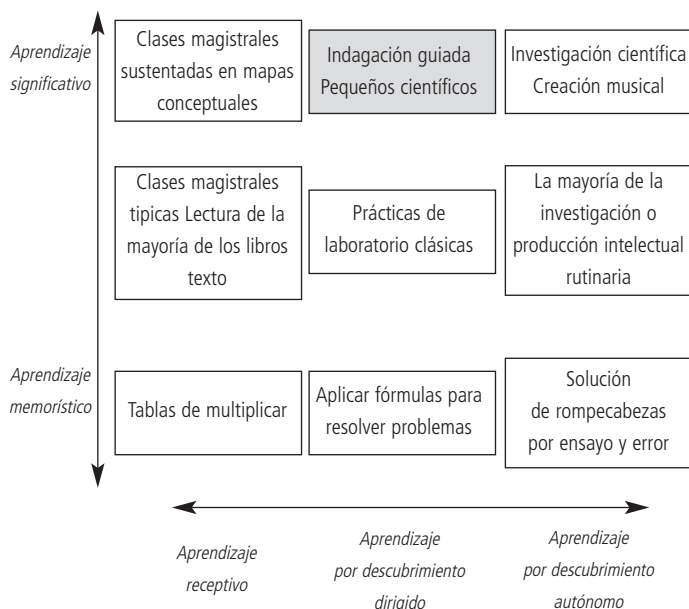
La Figura 1 ilustra la ubicación de los procesos de Indagación Guiada tomando como referencia el diagrama de (Novak, 1999).<sup>3</sup>

1 Para mayor información puede consultarse la página web: <http://www.inrp.fr/lamap>

2 La Alianza Educativa está conformada por la Universidad de los Andes y los colegios los Nogales, Nueva Granada y San Carlos, quienes administran en concesión 5 colegios de Bogotá que cuentan con 1000 estudiantes cada uno aproximadamente.

3 Mayores detalles sobre los sustentos en educación del programa se pueden encontrar en (Pequeños Científicos, 2003) y (Pequeños Científicos, 2002).

**Figura 1**  
**Procesos de Indagación Guiada (Novak, 1999).**



### La estrategia de Pequeños Científicos: una aproximación sistémica

Pequeños Científicos no ha tenido por objetivo demostrar la pertinencia y la efectividad de la Indagación Guiada como estrategia de enseñanza - aprendizaje. Los resultados reportados por otros proyectos en el mundo parecen ser suficientes para seleccionar este tipo de estrategia<sup>4</sup>. En términos generales Pequeños Científicos se plantea dos grandes preguntas, que son finalmente sus objetivos centrales:

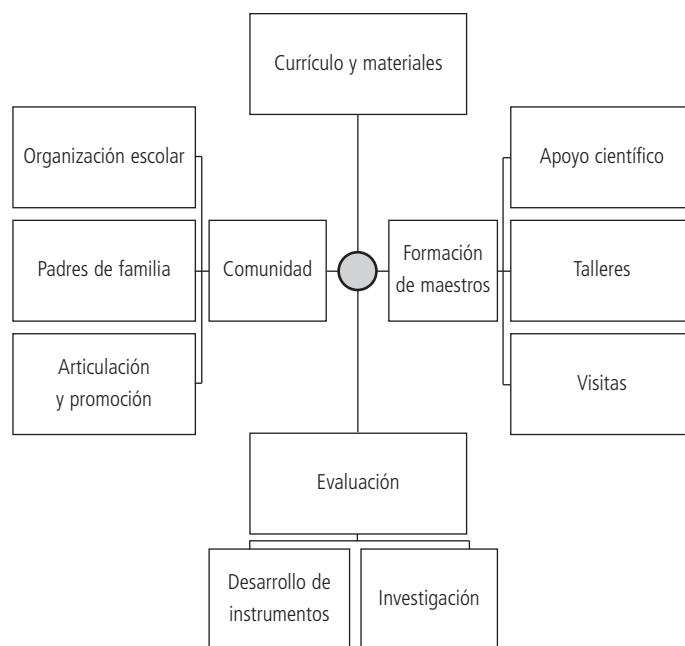
- 1) ¿Qué adaptaciones y ajustes pueden requerir la estrategia y los materiales existentes para articularlos adecuadamente en el sistema de educación nacional teniendo en cuenta no solamente aspectos educativos sino administrativos, financieros, culturales y logísticos?

4 Múltiples sitios Internet presentan resultados interesantes: NSRC, EDC, LAMAP, CAPSI, entre otros. En particular en el sitio WEB del proyecto francés pueden encontrarse múltiples enlaces a proyectos de otros países. La NSF (National Science Foundation) también cuenta con abundante material sobre el particular. En los Estados Unidos el proyecto se encuentra fácilmente bajo el nombre de K-12.

- 2) ¿Cómo se puede desarrollar una iniciativa nacional, viable y sostenible, la cual involucre a la sociedad colombiana en acciones encaminadas a mejorar la calidad de la educación en ciencia y tecnología en primaria?

La respuesta a estas dos preguntas pasa necesariamente por la definición de todo un sistema con sus componentes, sistema que se describe en la siguiente figura:

**Figura 2**  
**Sistema de componentes del programa Pequeños Científicos.**



En este texto no se explicará en detalle cada aspecto del sistema, algunos de los cuales están en diseño aún, simplemente a continuación se presentarán de manera breve algunos de ellos.

### Formación de maestros

Se realiza sobre dos escalas de tiempo, la personal y la institucional. La personal se realiza sobre un año, con un total de 100 horas de talleres orientados a desarrollar en los maestros competencias mínimas en las nuevas prácticas, tanto en lo metodológico como en lo disciplinar. De forma paralela, el aprendizaje institucional se produce sobre un periodo de 2 a 3 años, tiempo en el cual se involucran en la nueva práctica la mayoría de los docentes.

Adicionalmente se promueve que las nuevas aproximaciones motiven cambios en el currículo de ciencias de la institución, de manera que se logre generar un contexto que facilite y promueva las nuevas prácticas entre la mayoría de los docentes. El no hacerlo implica en general que el maestro lentamente abandone la nueva estrategia a favor de estrategias que ha desarrollado por muchos años, que en consecuencia le son más cómodas en el marco de una cultura institucional tradicional. La formación en el marco del programa Pequeños Científicos se divide en dos partes: la primera está orientada a desarrollar las destrezas metodológicas en el manejo de los nuevos espacios de aprendizaje. Así, se seleccionan inicialmente materiales con la menor dificultad disciplinar posible para el maestro, permitiéndole sentir lo que implican estos nuevos espacios de aprendizaje, fomentando en los niños actitudes y habilidades de base necesarias como lo son el trabajo en grupo, la discusión, la argumentación, la observación, el registro escrito, así como también algunas nociones básicas de experimentación. Estas habilidades y actitudes también deben desarrollarse en los maestros en un esquema de *aprender haciendo*. En la segunda parte de la formación se comienza a trabajar con los maestros la dimensión disciplinar, pues éstos deberán además transformar su visión de lo que es la ciencia y cómo se produce el conocimiento científico. La experiencia del proyecto en sus pocos años parece insinuar que este segundo aspecto puede tomar un poco más de tiempo debido a la mala calidad de la educación en ciencias en Colombia. El acompañamiento científico y los talleres propuestos por Facultades de Ingeniería y de Ciencias Naturales parecen ser la mejor alternativa para trabajar esta dimensión.

### **Currículo y materiales**

El programa ha venido utilizando materiales didácticos enmarcados en la Indagación Guiada producidos por diferentes grupos de investigación de primer nivel en el mundo. Igualmente está desarrollando algunos materiales propios adaptados a situaciones particulares.

### **Evaluación**

Son aún pocos los instrumentos adaptados al tipo de objetivo y práctica perseguidos. Por ello, se han tomado instrumentos desarrollados en otros países en el marco de proyectos pilotos para adaptación al contexto colombiano. En este sentido se están desarrollando dos instrumentos,

uno en competencias científicas y el otro en competencias ciudadanas. Con estos instrumentos se espera poder tener una línea de base en estas dos dimensiones y así medir los progresos que se logran con el programa. Adicionalmente se han desarrollado instrumentos para registrar las observaciones que sobre los desempeños del docente se realizan durante las visitas. Finalmente, vale la pena mencionar que en torno al programa se han realizado tres proyectos de investigación financiados por el Instituto para el Desarrollo Educativo y Pedagógico de la Secretaría de Educación de Bogotá - IDEP, por el Banco de la República y por la Secretaría de Educación de Bogotá. Los resultados de estos estudios han permitido modificar las estrategias diseñadas para responder mejor a los objetivos perseguidos.

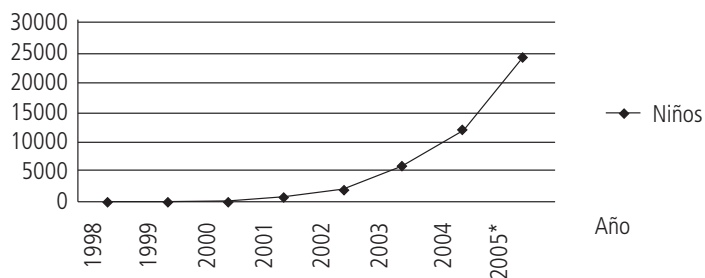
### **Comunidad**

Esta dimensión incluye varios componentes como se observa en la figura anterior. Vale la pena destacar que la acción de promoción es fundamental, pues busca involucrar a la sociedad colombiana en la solución de un problema de gran complejidad que sin su colaboración sería improbable resolverlo adecuadamente. Igualmente incluye el acompañamiento institucional y al entorno de la escuela (padres de familia) con el fin de que un proyecto de este tipo pueda implantarse adecuadamente.

### **El programa Pequeños Científicos en cifras**

A continuación se presentan algunos de los resultados del programa Pequeños Científicos en cifras (datos 2004):

**Figura 3**  
**Evolución de la población de niños.**



**Tabla 1**  
**Niños participantes en el programa en el 2004.**

2004 Ciudad	Públicos			Privados		
	Niños	Clases	Escuelas	Niños	Clases	Escuelas
Bogotá	7360	184	30	900	32	5
Manizales	1600	40	10	400	4	2
Ibagué	400	15	3	400	15	3
Medellín	150	5	3	900	30	12
Cali				700	20	7
Bucaramanga				50	4	1
<b>Total</b>	<b>9510</b>	<b>254</b>	<b>46</b>	<b>3350</b>	<b>105</b>	<b>30</b>

## Reconocimiento al programa Pequeños Científicos

El programa Pequeños Científicos ha logrado reconocimiento tanto nacional como internacional. Es así como en la actualidad un número creciente de instituciones de educación superior de diferentes ciudades se han unido a la iniciativa. Igualmente el programa es promovido por el Ministerio de Educación y por varias fundaciones privadas como la Fundación Empresarios por la Educación y la Fundación Gas Natural.

Recientemente la Academia Colombiana de Ciencias seleccionó el programa de Pequeños Científicos como el programa en Indagación Guiada que promoverá en Colombia. Vale la pena anotar que el conjunto de academias de ciencias del mundo definieron dos programas estratégicos mundiales en el nuevo milenio, uno de ellos el de la enseñanza de las ciencias naturales basada en la Indagación Guiada.

Finalmente, el programa Pequeños Científicos fue seleccionado para recibir el premio internacional a la Alfabetización Científica de los niños del planeta (PurKwa) en compañía del programa de *CALTECH* de Estados Unidos. El premio fue instituido por la fundación de exalumnos de la École des Mines de Saint Etienne<sup>5</sup> y el jurado seleccionador contó con el concurso de directores de algunas de las principales academias de ciencias del mundo (Estados Unidos, Suecia, Francia) y de varios premios Nóbel en Ciencias.

## Perspectivas y conclusiones

El programa Pequeños Científicos ha demostrado sus bondades en casi todos los ambientes educativos que hasta este momento ha involucrado, demostrando que no solo se trata de un discurso coherente, una visión suficientemente amplia, sino de una práctica eficaz. El rigor en su aplicación, su seguimiento y evaluación ha permitido un proceso de mejoramiento continuo en las prácticas de formación y acompañamiento que tienen como primer beneficiario el aprendizaje de los niños.

Sin embargo, la cobertura del programa es pequeña en relación con las necesidades del país. Éste podrá tener trascendencia nacional, solamente en la medida en que nuevos actores se involucren en la promoción de este tipo de aproximaciones al aprendizaje de las ciencias.

En Colombia, el tema de la educación en ciencias permanece relativamente huérfano, con algunos actores, cada uno trabajando por su cuenta. Sin embargo, el contexto generado por la publicación de los nuevos Estándares Básicos de Calidad en Ciencias, así como el interés creciente de la sociedad en una educación relacionada con ciencias, matemáticas y tecnología de mejor calidad, parece ser un contexto propicio para las transformaciones deseadas.

Para concluir es importante mencionar la entrada en la educación básica de nuevos actores que están tomando un papel protagónico al lado de los maestros de las escuelas: los matemáticos, los científicos y los ingenieros.

5 Para mayor información puede consultarse la página web: [www.emse.fr](http://www.emse.fr)

## Referencias

- Charpak, G. & Omnès, R. (2004). *Soyez savants, devenez prophètes*. Paris: Odile Jacob.
- Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: Éditions du seuil, UNESCO.
- National Research Council. (2000). "How people learn: brain, mind, experience and school", I. Washington: National Academic Press.
- Novak, J. (1999). *Aprendiendo a aprender*. Madrid: Ediciones Martínez Roca.
- Pequeños Científicos. (2002). *Pequeños Científicos en la escuela primaria*. Revista Ciencia & tecnología, Colciencias, 20.
- Pequeños Científicos (2003). *Alianza Pequeños Científicos: el aprendizaje de las ciencias vía Indagación Guiada*. Revista Magisterio, 2.
- Worth, K. (1999). *The power of children's thinking*. En National Science Foundation. *Foundations*, Vol 2. Arlington: National Science Foundation.