

ECBI como propuesta pedagógica: lecciones desde un particular contexto latinoamericano

por José David MEISEL DONOSO, Helga Patricia BERMEO ANDRADE y Luceli PATIÑO GARZÓN
Universidad de Ibagué, Colombia

Introducción

La enseñanza de las ciencias, particularmente en la temprana edad escolar de un ciudadano, parece ser uno de los factores claves para crear las condiciones de futuro que hace de un país, un territorio capaz de alcanzar su desarrollado tecnológico y por tanto capaz de generar la riqueza para su desarrollo económico y social sostenible a largo plazo [1] [2]. No son pocas las estadísticas que a nivel mundial o regional, hacen referencia a la estrecha relación que hay entre el nivel de formación científica de una nación —medido por el número de investigadores por cada 10 mil habitantes— y su capacidad de generar riqueza —medido por PIB nacional [3]. A este respecto, ya en el 2001, la UNESCO indicaba la importancia que tiene para los países en desarrollo, lograr un alto nivel de educación científica en su población, como mecanismo definitivo para garantizar su desarrollo sostenible [4].

Hasta la fecha, son varias las metodologías que se han propuesto para acercar

la población joven al aprendizaje de las ciencias, y que van desde las más tradicionales basadas en las habilidades metodológicas del profesor, hasta las más modernas basadas en el desarrollo de competencias en los estudiantes [5] [6] [7]. La Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (más conocida como ECBI por sus letras iniciales) es uno de los más recientes modelos de enseñanza de la ciencias, el cual se distingue por privilegiar el aprendizaje basado en la experiencia y en donde el estudiante es el protagonista central del proceso de formación; en éste, el estudiante cumple un papel activo y participativo [8].

En el caso de Colombia, como también lo ha sido para otros países latinoamericanos como Chile, México y Brasil, la ECBI ha tenido cabida y aplicación como propuesta pedagógica a nivel de colegios de educación básica y media. La ECBI se instaló en Colombia con el nombre de Programa Pequeños Científicos (denominada

PPC de aquí en adelante), y se orientó a “desarrollar competencias científicas y tecnológicas, habilidades de comunicación y competencias ciudadanas en su población objetivo” (Duque, 2008, 4) [9].

Este artículo pretende derivar nuevas lecciones de la aplicación de la ECBI a partir del proceso de implementación del PPC en un contexto particular de Colombia: la región del Tolima. Una Región que a pesar de contar con inigualables ventajas en términos de condiciones geográficas y riquezas naturales, se caracteriza por su bajo nivel educativo, tecnológico, económico y social [10] [11] [12] [13] (tasa de analfabetismo del 10.1% para el año 2005) [10], limitada capacidad tecnológica (tasa de capital científico de 0.2 investigadores por cada millón de habitantes de la población económicamente activa) [11], y bajo crecimiento económico y social (30% de la población bajo niveles de pobreza) [12] [13]. Para dar a conocer los resultados de este caso de implementación en Colombia, este artículo se estructura en los siguientes cuatro apartados centrales: antecedentes en la implementación y evaluación de la ECBI, diseño metodológico, hallazgos y finalmente discusión y conclusiones.

1. Antecedentes a la aplicación de la ECBI

1.1. Referentes teóricos

Desde el punto de vista teórico, los antecedentes a la propuesta ECBI se pueden abordar desde los diferentes enfoques y metodologías propuestas para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (NdC). Acevedo [1] clasifica los *enfoques*

didácticos para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (NdC), en: implícitos, explícitos y en explícitos-reflexivos. El enfoque implícito “sugiere que se puede conseguir una comprensión de la NdC de modo indirecto mediante una enseñanza basada en la adquisición de habilidades en los procesos de la ciencia, involucrando a los estudiantes en actividades de indagación científica” (Acevedo, 2009, 358). El enfoque explícito recomienda orientar “la enseñanza hacia varios aspectos de NdC utilizando distintos elementos de historia de la ciencia o, en menor grado, de filosofía de las ciencias” (Acevedo, 2009, 359). Finalmente el enfoque “explícito reflexivo”, supone la parte explícita propia de la naturaleza curricular y la parte reflexiva que tiene implicaciones para la enseñanza.

De otro lado están las diferentes *metodologías* propuestas para la enseñanza de las ciencias. Particularmente los nuevos métodos propuestos se basan en un enfoque constructivista que propone una construcción conjunta del conocimiento, esto significa que el aprendizaje no es sólo un asunto de transmisión, asimilación y acumulación de conocimientos sino un proceso para ensamblar, extender, restaurar e interpretar y, por lo tanto construir conocimiento desde los recursos de la experiencia y la información que recibe el estudiante [5] [6]. A partir del enfoque constructivista se han desarrollado dos metodologías principales, la que se basa en el estudiante como científico y la que vislumbra al estudiante como aprendiz [6]. Desde la primera metodología, se afirma que la educación científica del alumno se debe plantear acorde con el quehacer científico. Análogamente, desde

la perspectiva del aprendiz, 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” (Barros, 2008, 59).

A través de los años se han generado diversas tendencias y propuestas metodológicas que complementan y enriquecen los métodos anteriores [14]. En este sentido se destacan: la *enseñanza por descubrimiento*, la *enseñanza basada en proyectos, problemas y casos*, y la *enseñanza de las ciencias basada en indagación* - ECBI [14][15][16]. La propuesta ECBI en particular busca generar en los estudiantes un pensamiento lógico y crítico.

1.2. Referentes prácticos

La propuesta pedagógica ECBI tuvo su nacimiento hacia los años 70 en los Estados Unidos bajo el liderazgo del premio Nobel de física Leon Lederman; luego pasó a Europa en 1995 con el liderazgo del premio Nobel de física George Charpak, hasta extenderse al continente latinoamericano [9]. Su puesta en marcha, ha implicado también el diseño de mecanismos para la evaluación y seguimiento de la propuesta. A nivel mundial, la iniciativa de seguimiento a la implementación de la propuesta ECBI se lidera con el auspicio del Panel-Interacademias sobre Asuntos Internacionales (IAP) en Estocolmo, desde el año 2005.

En el contexto latinoamericano, se destacan las iniciativas de seguimiento a la implementación de la ECBI en países

como Chile [17], México con su programa “*La ciencia en tu escuela*” [18], Brasil con su programa “*ABC en la Educación Científica - Manos en la Masa*” [19] y Colombia con su programa “*Pequeños Científicos*” [20]. En el caso de Colombia, el seguimiento a esta iniciativa de educación reveló en su fase inicial que a) las instituciones más consolidadas en la implementación del Programa logran un ambiente de aprendizaje propicio para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en los estudiantes, b) la vinculación continuada de docentes y aprendices a la metodología propuesta por la ECBI, es un factor clave en la implementación [20].

2. Diseño metodológico

Este artículo se apoya en los resultados de una investigación de tipo relacional, de naturaleza cuantitativa-cualitativa, que fue abordada siguiendo un enfoque deductivo.

2.1. Población objetivo

Este estudio fue abordado desde los puntos de vista de dos sujetos de interés: los estudiantes y los docentes. El primer grupo obedeció a estudiantes de los cursos de 4 y 5 de educación básica, de diferentes instituciones educativas de la ciudad de Ibagué (Tolima) que implementaron PPC en sus aulas de clase en el año 2008. La muestra se conformó a partir de dos estratos: cursos con docentes vinculados a la formación en el año 2008 (sin experiencia en el Programa) y cursos con docentes que ya habían sido formados (2004-2007). Para cada estrato se seleccionó aleatoriamente 12 y 16 cursos respectivamente. A esta muestra de estudiantes, en total

$n=636$, se les aplicó los instrumentos de medida al principio y al final del año de formación en el marco del PPC, con el propósito de comparar la evolución de los estudiantes en los factores que involucran estas pruebas.

El segundo grupo fue conformado por docentes, 27 de ellos formados en la propuesta pedagógica ECBI en el año 2008 y encargados de cursos de 4 y 5 de educación básica en los que se implementó el PPC. A los anteriores se suman otros siete docentes que fueron consultados desde su rol de formadores, encargados de la formación y seguimiento a docentes.

2.2. Instrumentos de medida

En este estudio se utilizaron diferentes instrumentos de medición para evaluar la intervención del PPC en Ibagué. En particular, se emplearon formatos específicos para obtener información sobre: a) factores característicos institucionales, b) logro de competencias ciudadanas en los estudiantes, c) desarrollo del ambiente de aprendizaje en el aula, d) seguimiento del proceso en el aula de clase, e) avances y logros de la práctica docente, f) percepciones de proceso por parte de profesores y docentes tutores (formatos disponibles para el lector, por solicitud al correo electrónico de contacto). Aquellos instrumentos orientados a la respuesta de los estudiantes obedecieron en su diseño al uso predominante de preguntas cerradas con escalas tipo *Likert*, mientras que los instrumentos orientados a la respuesta de los docentes y profesores obedecieron a un diseño con preguntas semiabiertas y de opinión.

2.3. Técnicas de análisis

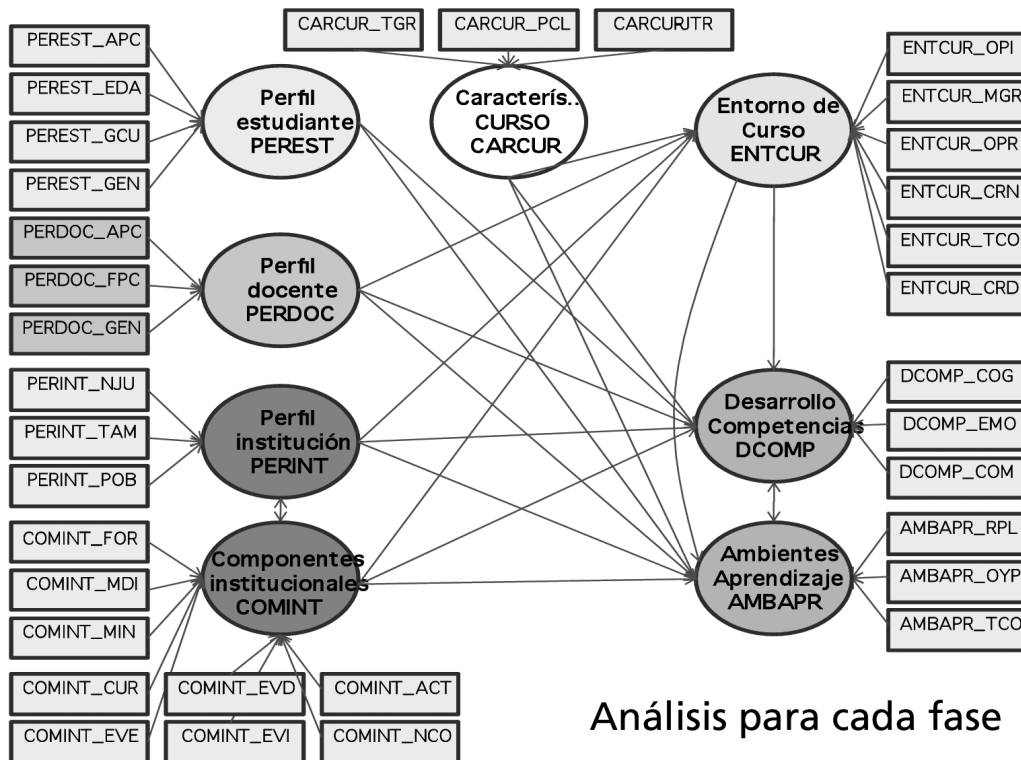
Las técnicas utilizadas en este estudio fueron cualitativas y cuantitativas. Para el análisis cualitativo de datos se utilizó un enfoque de corte descriptivo comprensivo, cuyo objetivo consistió en llegar a conocer las situaciones y actitudes predominantes, a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas [21]. Por ello, en este análisis se enfatizó en las perspectivas personales de los docentes y sus formas de relacionarse con su contexto, de forma que se facilitó la interpretación de los resultados también desde una perspectiva de base humanista [22].

En el análisis cuantitativo de datos se orientó a partir del modelo general de investigación que se indica en la Figura 1, en el que se refleja las relaciones de las variables y los factores evaluados (descripción de variables en los Anexos 1 y 2). El análisis requirió diferentes técnicas estadísticas, conforme a las necesidades del estudio. Para medir la confiabilidad de los instrumentos de lápiz y papel se utilizó el estadístico de *alfa de Cronbach*. Para evaluar la validez de los constructos del modelo definidos como parte del ambiente de aprendizaje (*Respeto a la palabra, Opinión y Participación, y Trabajo colaborativo*) se utilizó el *Análisis Factorial Confirmatorio*. Este análisis requirió más de una iteración hasta lograr un instrumento que compuesto por 19 ítems se consolidó en tres únicas variables, con lo que se logró explicar el 32.9% de la variación presente en las respuestas originales dadas por los niños, con un nivel de confiabilidad alfa de Cronbach >0.55 . Para la validación de los instrumentos de obser-

vación directa del aula de clase diligenciados por los docentes evaluadores, se buscó mantener el mismo sujeto observador durante los dos momentos o fases de análisis del PPC. Finalmente, para el análisis de

la naturaleza y la relación entre las variables entre cada fase y estas dos comparadas, se recurrió al análisis estadístico descriptivo y el inferencial (técnicas ANOVA, MANOVA y t-PAREADO).

FIGURA 1: Modelo de Análisis para cada fase



Análisis para cada fase

3. Hallazgos

3.1. Contraste de las prácticas pedagógicas de los docentes

A partir del análisis de la información recolectada directamente de los docentes surge como categoría central las transformaciones en las actuaciones de éstos a partir de la práctica de Pequeños Científicos. Estas actuaciones se comprenden en relación a la enseñanza, los ambientes, las relaciones y las competencias.

- *Actuaciones en la enseñanza.* En un alto porcentaje los docentes entrevistados reportan que a partir de la metodología del PPC han mejorado su proceso de planeación de clases, así como la organización de actividades de seguimiento. En la práctica de este Programa, los docentes entrevistados resaltan los momentos de cada sesión apertura, predicción, experimentación, socialización y conclusiones. La mayoría de los docentes nombran

como elementos más significativos de la práctica de PPC, los aprendizajes de los estudiantes en la clase de ciencias (actividades como investigar y experimentar) y el desarrollo de habilidades cognitivas, (observar, analizar, describir).

- *Actuaciones en cuanto al ambiente de la clase.* Las fortalezas señaladas por los docentes son del orden pedagógico, ambiente de la clase, la apropiación de la metodología y la logística. Son abundantes las valoraciones en cuanto al cambio en las formas de orientar la clase, en la construcción de nuevas formas de interacción al interior de la clase, en la forma de disponer los momentos de la sesión. En sentido general se puede afirmar que hay una buena aproximación a algunos de los objetivos de la propuesta de PPC.

- *Actuaciones en cuanto a las relaciones.* Las transformaciones que perciben de los estudiantes los profesores son: disposición a las clases, respeto por la opinión de los demás y los niveles de participación. Otro aspecto que mencionaron los profesores aunque en menor medida, es la transformación en los materiales que utilizan para desarrollar las sesiones. Con relación a los cambios que reportan los docentes en su práctica docente se encuentra la construcción de escenarios que facilitan el cambio en los estudiantes en relación al desarrollo de habilidades expresivas, asumir responsabilidades, mejorar la seguridad en sí mismo y motivar el deseo por aprender.

- *Actuaciones en cuanto a competencias.* La información recogida señala como los elementos más significativos del

Programa, el desarrollo de competencias científicas de los estudiantes, la construcción de redes de trabajo en las instituciones y el avance en la incorporación de la metodología de investigación guiada. En segundo orden señalan el desarrollo de competencias ciudadanas en los estudiantes y el uso de materiales.

3.2. Contraste en los logros de competencias en los estudiantes

- *Análisis del desarrollo de competencias ciudadanas.* Los resultados del análisis descriptivo de las tres variables que componen las competencias ciudadanas (cognitivas, emocionales y comunicativas), una vez computadas como el valor de la mediana de las cinco situaciones problema analizadas, revela que en promedio, los niños en su fase inicial presentaban un nivel de competencia emocional cercano al estándar ciudadano (valor promedio 4.1), y unos niveles de competencias cognitiva y comunicativa por debajo del estándar ciudadano (valor promedio 3.67 y 3.68 respectivamente); en la fase post presentaron un nivel de competencia emocional cercano al estándar ciudadano (valor promedio 4.27), y unos niveles de competencias cognitiva y comunicativa por debajo de estándar ciudadano (valor promedio 3.78 y 3.74 respectivamente). Al comparar los resultados, se encuentra que el comportamiento es similar en cuanto a tipo de competencia más desarrollada, y además, se registra un incremento general en todas las evaluaciones.

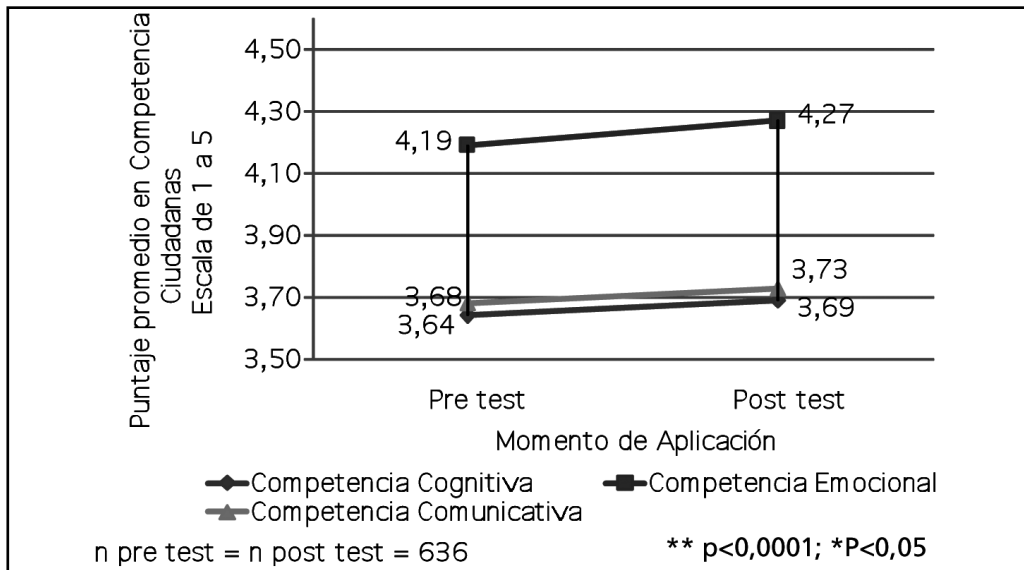
A nivel de estudiantes, considerando el valor promedio de las puntuaciones obtenidas por los 636 niños participantes en el PPC, la comparación de medias en la fase pre y post del Programa, revela que

hay cambios positivos pero estadísticamente no significativos en la puntuación del desarrollo de competencias ciudadanas producto de la asistencia al PPC [p-valor (t-test)<0.05] (ver Figura 2).

A nivel de grupos, considerando el valor promedio de las puntuaciones obtenidas de todos los niños vinculados a un de-

terminado grupo, el test de comparación de medias de todos los 24 grupos presentes en el PPC, en la Fase A y B, revela que sí hay cambios positivos en la puntuación del desarrollo de competencias ciudadanas producto de la asistencia al PPC (medias de las diferencias<0), pero estos no son estadísticamente relevantes al 5% de significancia [p-valor (t-test)<0.05].

FIGURA 2: Comparación de medias entre las Fase A y B, en el Desarrollo de Competencias Ciudadanas a nivel del total de estudiantes (n=636)



En cuanto a la correlación entre los cambios observados en las variables de respuesta, los análisis revelan la estrecha relación entre las competencias cognitivas y comunicativas ($r=0.514^*$), esto es, la relación entre su capacidad para desarrollar procesos mentales y de pensamiento crítico, y su capacidad para establecer a partir de ello, diálogos constructivos con sus pares de curso. Así mismo, se encuentra que el entorno del aprendizaje que tiene lugar en el salón de

clase, se relaciona de manera estrecha con el desarrollo de la competencia emocional en los niños ($r=0.496^*$), esto es, con el desarrollo de habilidades para la identificación y respuesta constructiva ante las emociones propias y las de los demás, que surgen dentro del proceso de formación.

• *Análisis del desarrollo del Ambiente de Aprendizaje.* Los elementos del ambiente de aprendizaje medidos (Res-

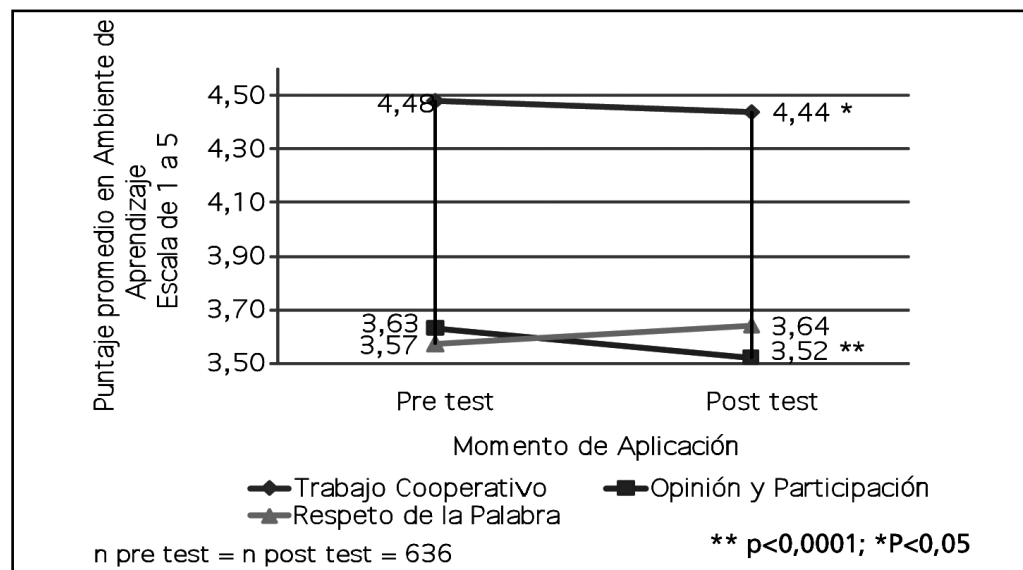
peto a la palabra, Opinión y Participación, y Trabajo colaborativo), correspondió a la suma ponderada producto del análisis factorial por componentes principales. Los resultados del análisis descriptivo de estas variables revelan que en promedio, los niños en la fase pre del Programa muestran sólo un buen desarrollo de los elementos vinculados al Trabajo cooperativo (valor promedio 4.52). En la fase post, de nuevo los resultados muestran sólo un mayor desarrollo en los niños, de los elementos vinculados al Trabajo cooperativo (valor promedio 4.46).

Así mismo, la comparación de las medias (valor promedio de las puntuaciones obtenidas por los 636 niños participantes en el PPC) en la percepción de los niños respecto al ambiente de aprendizaje, revela que hay un cambio positivo en el de-

sarrollo de los niños por el *respeto de la palabra*. Este cambio no es estadísticamente representativo, aunque sí lo son, los cambios en el trabajo cooperativo y la opinión y participación de los estudiantes [p-valor (t-test)<0.05] (ver Figura 3).

De otro modo, considerando el valor promedio de las puntuaciones obtenidas por todos los niños vinculados a un determinado grupo, en términos de generación de ambientes de aprendizaje, el uso del análisis de comparación de medias a nivel de grupos revela un leve cambio positivo en el desarrollo del *Respeto de la palabra* y a su vez, un cambio negativo en la puntuación del *Trabajo cooperativo* y *Opinión y participación*. Tan sólo en este último aspecto, la medida del cambio resulta estadísticamente significativa [p-valor (t-test)<0.05].

FIGURA 3: Comparación de medias entre las Fase A y B, en la Generación de Ambientes de Aprendizaje a nivel del total de estudiantes (n=636)



Respecto a la correlación entre los cambios observados en las variables de respuesta, relativo a las condiciones del ambiente de aprendizaje, se encuentra que la presencia de una mayor actitud al trabajo colaborativo se relaciona con la presencia de un entorno más favorable para que haya respeto de la palabra en el aula de clase ($r=0.490^*$).

3.3. Contraste de las condiciones en el aula de clase

En cuanto al entorno de aprendizaje del curso, teniendo en cuenta la opinión de observadores externos, los resultados de la comparación de la media de los promedios de las 6 dimensiones evaluadas y agregados a nivel de grupos (V1, V2), revelan un cambio positivo y significativo entre la vi-

sita inicial en el semestre A y la visita en el semestre B cercano a la finalización del PPC (diferencia <0 , p-valor (t-test) <0.05).

Un análisis detallado de los factores de observación del entorno revela que hay un generalizado cambio favorable entre la condición inicial y final presente en los cursos (media <0), que favorece el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas en los niños (ver Tabla 1). Más específicamente, los datos confirman que se logra un cambio positivo y significativo en generar en el salón de clase, un entorno que favorece el desarrollo en los niños, de habilidades para la explicación y argumentación de sus ideas, opiniones y predicciones (p-valor t-test (DENTCURT_OPR) <0.05).

TABLA 1: Resultados estadísticos de la comparación de medias entre los dos momentos de visitas, en los criterios de evaluación del Entorno de Aprendizaje, a nivel grupos (n=19)

Diferencias pareadas en las variables de entorno del curso	Media	Desv. Std.	Media del Error Std.	95% IC de la diferencia		t	gl	Sig. (2 colas)
				Superior	Inferior			
Objetivos, planeación e Infraestructura	,08936	,37874	,08689	-,09318	,27191	1,028	18	,317
Momentos generales del salón de clase	-,02323	,41732	,09574	-,22438	,17791	-,243	18	,811
Observación y predicciones de los niños	-,18947	,32567	,07471	-,34644	-,03250	-2,536	18	,021
Comunicación y registro escrito en los niños	-,06854	,54478	,12498	-,33112	,19403	-,548	18	,590
Trabajo cooperativo consolidado	-,25000	,71200	,16334	-,59317	,09317	-1,531	18	,143
Comunicación y registro escrito del profesor	-,07775	,35283	,08094	-,24781	,09231	-,961	18	,350

3.4. Análisis de los factores claves vinculados al éxito del PPC

Aspectos favorables para el desarrollo de competencias ciudadanas. Al analizar la incidencia del perfil institucional en el desarrollo de competencias ciudadanas y comparar la fase inicial y final, los resultados del análisis MANOVA evidencian que este factor hace diferencia en el grado de desarrollo de competencias ciudadanas que se logra inculcar en los estudiantes a través del PPC (ver Tabla 2). En particular, parece contribuir que la institución sea de naturaleza jurídica privada, que atienda una población de estrato medio-alto y que cuente con menos de 400 estudiantes.

Más allá de esto, también parece contribuir a este propósito algunos componentes institucionales, el perfil del docente y del estudiante. Institucionales como que haya procesos regulares de seguimiento al Programa, que se cuente con la disponibilidad de recursos financieros y físicos para su normal ejecución, y que se evidencie el apoyo por parte de toda la comunidad educativa. Con referencia a los docentes y estudiantes, los resultados sugieren que trabajar con profesores y estudiantes con experiencia en la metodología del PPC, se relacionan con un mayor

grado de desarrollo de competencias ciudadanas que se logra inculcar en los estudiantes a través del PPC (ver Tabla 2).

Aspectos favorables para el desarrollo del Ambiente de Aprendizaje. En este aspecto, los resultados del análisis relacional muestran que el perfil institucional 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 (ver Tabla 3). En particular, algunos componentes institucionales muestran una relación positiva con los logros del Programa, como lo es el seguimiento a la labor docente, aspecto que se identifica de nuevo como 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. Así mismo, se encuentra que al inicio de PPC, el entorno de aprendizaje del curso influye en cierto grado. En particular, se encuentra: a) el entorno del curso se relaciona con el grado de opinión y participación que se logra por parte de los estudiantes, b) los cursos planeados conforme a los lineamientos previstos por el PPC se relacionan con la presencia de una mejor ambiente de aprendizaje (ver Tabla 3).

TABLE 2: Resultados del análisis MANOVA para las variables relativas al Desarrollo de Competencias Ciudadanas. Fases PrePPC y PostPPC

Nivel	Factores fijos (dirección del cambio)	Fase Pre PCC				Fase Post PPC			
		P-valor (F) (Todas)	P-valor (F) (COMP_COG)	P-valor (F) (COMP_EMO)	P-valor (F) (COMP_COM)	P-valor (F) (Todas)	P-valor (F) (COMP_COG)	P-valor (F) (COMP_EMO)	P-valor (F) (COMP_COM)
Características institucionales (CARINT_)	Naturaleza jurídica (+)	0.010**	0.011*	0.395	0.010**	0.000**	0.001**	0.010**	0.000**
	Tamaño institucional	0.087	0.021*	0.420	0.215	0.000**	0.019**	0.005**	0.000**
	Población que atiende (+)	0.043*	0.021*	0.674	0.032*	0.001**	0.004**	0.035*	0.000**
Componentes institucionales (COMINT_)	Formación de personal	0.127	0.148	0.678	0.025* (+)	0.008**	0.531	0.000** (+)	0.094
	Materiales disponibilidad	0.158	0.976	0.426	0.025* (+)	0.001**	0.399	0.000** (+)	0.179
	Materiales inversiones (+)	0.008**	0.029*	0.081	0.018*	0.000**	0.006**	0.001**	0.000**
	Vinculación al currículo	0.111	0.236	0.774	0.013* (+)	0.026*	0.380	0.003** (+)	0.210
	Evaluación estudiantes	0.065	0.094	0.568	0.019* (+)	0.090	0.097	0.029* (+)	0.250
	Evaluación docentes (+)	0.000**	0.001**	0.022*	0.001**	0.000**	0.001**	0.036*	0.001**
	Evaluación institucional (+)	0.001**	0.005**	0.031*	0.003**	0.001**	0.002**	0.069	0.002**
	Actitud de la comunidad (+)	0.003**	0.005**	0.658	0.003**	0.042*	0.082	0.056	0.071
Características del curso (CARCUR_)	Nivel de conocimiento (+)	0.000**	0.002**	0.039*	0.000**	0.000**	0.000**	0.004**	0.000**
	Jornada de trabajo (M)	0.045*	0.017*	0.070	0.811	0.000**	0.006**	0.000**	0.000**
Perfil del docente (PERDOC_)	Grado del curso (+)	0.000**	0.000**	0.001**	0.617	0.000**	0.000**	0.112	0.000**
	Antigüedad en PPC	0.218	0.004**	0.002**	0.001**	0.000** (+)	0.028**	0.000**	0.049*
Perfil del estudiante (PEREST_)	Género (H)	0.000**	0.004**	0.002**	0.001**	0.000**	0.000**	0.02*	0.000**
	Antigüedad en PPC	0.504	0.034*	0.785	0.790	0.006** (+)	0.439	0.000**	0.227
Entorno de aprendizaje del curso	Edad (+)	0.282*	0.034*	0.785	0.790	0.071	0.250	0.127	0.023* (+)
	Género	0.242	0.034*	0.785	0.790	0.451	0.250	0.127	0.023* (+)
Entorno de aprendizaje del curso	Objetivos, planeación e infraestructura	0.764	0.157	0.121	0.035*	0.01**	0.021*	0.045*	0.104
	Momentos generales	0.049*	0.157	0.121	0.035*	0.000**	0.000**	0.000**	0.001**
	Observación y predicciones de los niños	0.231	0.157	0.121	0.035*	0.005**	0.491	0.000**	0.078
	Comunicación y registro escrito de los niños	0.137	0.914	0.040*	0.292	0.006**	0.004**	0.334	0.277
	Trabajo cooperativo	0.626	0.914	0.040*	0.292	0.059	0.187	0.037* (+)	0.541
Comunicación y registro escrito del docente	0.200	0.914	0.040*	0.292	0.003**	0.272	0.000**	0.087	

(*) (**) Prueba/ significativa al 0.05 y 0.01, respectivamente



TABLE 3: Resultados del análisis MANOVA para las variables relativas al Desarrollo del Ambiente de Aprendizaje. Fases PrePPC y PostPPC

Nivel	Factores fijos (dirección del cambio)	Fase Pre PPC			Fase Post PPC			
		P-valor (F) (Todas)	P-valor (F) (AMB_TCO)	P-valor (F) (AMB_OYP)	P-valor (F) (AMB_RPL)	P-valor (F) (AMB_TCO)	P-valor (F) (AMB_OYP)	P-valor (F) (AMB_RPL)
Características institucionales (PERINT_)	Naturaleza jurídica (+)	0.012*	0.947	0.255	0.02*	0.770	0.03*	0.156
	Tamaño institucional	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**(p)	0.057	0.001**	0.008**
	Población que atiende	0.000**	0.008**	0.028*	0.000**	0.058	0.064	0.138
	Formación de personal(-)	0.000**	0.000**	0.000**	0.067	0.020*	0.025*	0.321
	Materiales disponibilidad	0.000**	0.026*	0.000**(-)	0.885	0.121	0.002**(-)	0.063
	Materiales inversiones	0.001**	0.001**	0.000**	0.108	0.001**	0.022*	0.166
	Vinculación al currículo (-)	0.000**	0.000**	0.000**	0.082	0.108	0.064	0.350
	Evaluación estudiantes (+)	0.000**	0.634	0.119	0.000**	0.303		
	Evaluación docentes (+)	0.001**	0.643	0.343	0.000**(+)	0.15*	0.016*	0.01*
	Evaluación institucional .	0.237	0.039(-)	0.717	0.325	0.003**	0.054	0.000**(+)
Actitud de la comunidad (-)	0.000**	0.001**	0.000**	0.079	0.134	0.278	0.192	
	0.355				0.231	0.198	0.042*(+)	
	0.301				0.031*(M)	0.591	0.161	
Características del curso (CARCUR_)	Jornada de trabajo	0.091	0.374	0.019*(+)	0.145	0.793		
	Grado del curso							
Perfil del docente (PERDOC_)	Antigüedad en PPC (-),	0.000**	0.008**	0.000**	0.350	0.039	0.021*	0.038*
	Género (H)	0.000**	0.097	0.177	0.000**	0.000**	0.006**	0.000**
Perfil del estudiante (PEREST_)	Antigüedad en PPC	0.07	0.110	0.03*(-)	0.506	0.192	0.291	0.039*(-)
	Edad	0.284				0.256	0.044*(+)	0.493
	Género	0.475				0.055	0.387	0.185
Entorno de aprendizaje del curso	Objetivos, planeación e infraestructura (+)	0.000**	0.000**	0.000**	0.119	0.000**	0.000**(-)	0.035*
	Momentos generales	0.000**	0.003**	0.000**	0.033*	0.002**	0.01**	0.055
	Observación y predicciones de los niños	0.000**	0.057	0.000**	0.936	0.002**	0.001**	0.033*
	Comunicación y registro escrito de los niños	0.000**	0.104	0.000**	0.879	0.03*	0.046*	0.243
	Trabajo cooperativo	0.001**	0.231	0.000**	0.067	0.164		
	Comunicación y registro escrito del docente	0.000**	0.250	0.000**	0.143	0.000**	0.004**	0.003*(+)

(*) (**) Prueba f significativa al 0.05 y 0.01, respectivamente

4. Discusión y conclusiones

El estudio de evaluación del PPC en la Ciudad de Ibagué revela importantes cuestiones, tanto en términos del nivel de resultados y logros del programa, como en términos de los aspectos metodológicos de esta propuesta pedagógica para la enseñanza de la ciencia. En este último aspecto, la experiencia del estudio de Ibagué deja ver la necesidad de reformular el instrumento para la evaluación de ambiente de aprendizaje, definir grupos de control para establecer con mayor claridad los logros del Proyecto, y ampliar el seguimiento de la metodología en el aula de clase.

En cuanto a logros, en primera instancia el análisis cuantitativo evidencia la importancia en ambas fases 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 porque 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. Así mismo, resulta de especial interés la interdependencia que tiene lugar en los resultados alcanzados en el marco del proyecto. Los análisis revelan que el desarrollo de competencias en los estudiantes como la creación de ambientes favorables para el aprendizaje en el aula de clase, son cuestiones dependientes entre sí y deben ser consideradas de manera conjunta en la puesta en marcha del PPC.

En segunda estancia, las entrevistas realizadas a los profesores señalan la me-

todología utilizada en el PPC con un marcado énfasis en los pasos necesarios para planificar y desarrollar una sesión atendiendo al diseño, implementación y evaluación. A partir de esta forma de asumir la clase, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar habilidades y competencias científicas. No es claro en las respuestas los procesos de indagación, la finalidad de estos y los logros. También es significativo el peso que le dan a la logística en cuanto a la forma de preparar y adecuar todo es un logro importante porque la enseñanza requiere de planificación y seguimiento. Sin embargo, en cuanto a los elementos imprevistos de la enseñanza no hay referencia para ver cómo se resuelven por ejemplo las preguntas de los estudiantes, las formas de resolver los problemas, las concepciones y los previos de los estudiantes. Es relevante la consideración por apropiarse la metodología y aplicarla.

En cuanto a los aspectos metodológicos inherentes a la propuesta pedagógica de PPC, cuestiones interesantes se derivan del análisis de las entrevistas y encuestas a los maestros. A partir del análisis de las fortalezas, debilidades y metas de mejoramiento que los docentes en formación plasmaron en los cuestionarios de control para la mejora, se observa una marcada tendencia a valorar la práctica del PPC como una incorporación de una nueva metodología, con unas posibilidades de innovación en cuanto a formas de atender los momentos de la clase. Pocos elementos muestran el avance en una nueva aproximación a la ciencia por parte de los niños. A pesar de que los maestros insisten en los cambios de metodología, se

nota un marcado énfasis en las actividades del profesor; y si bien se señalan algunos cambios de actitud de los estudiantes, los maestros todavía están centrados en las formas y contenidos más que en los procesos que se desarrollan para hacer de esta práctica una forma distinta de enseñar la ciencia.

A pesar de los avances de los maestros en la apropiación de la metodología de PPC, aún se evidencia la necesidad de una mayor orientación hacia la construcción de una didáctica, entendida como teoría de la enseñanza en donde tiene lugar, que el maestro sea capaz de explicar el por qué utilizan estos métodos, qué propósito tienen y cómo lo adaptan a su quehacer docente. Si bien el PPC trabaja alrededor de la necesidad de formar a los jóvenes en la ciencia, se requiere entonces ir más allá del método para incidir en el contenido de la ciencia desde el currículo y las formas de integración del saber. La propuesta del PPC brinda una metodología para este fin, sin embargo es recomendable que el Proyecto en sí mismo y desde sus fundamentos, propicie una formación que incentive en los maestros la preocupación por la construcción del conocimiento y las formas de desarrollar el pensamiento en los estudiantes.

No cabe duda que la propuesta de PPC en el Tolima ha logrado motivar a los docentes para trabajar alrededor de un proyecto innovador. La propuesta de indagación guiada es una excelente alternativa de trabajo alrededor de un proyecto de formación docente, que incorpore e integre tanto la formación en ciencia como parte de la formación pedagógica. De esta

manera, se podrá crear un círculo virtuoso entre el *qué se enseña, cómo se enseña y para qué se enseña*, competencias éstas básicas para que el ejercicio docente se constituya por sí mismo, en fuente efectiva para el logro de un mayor capital científico y tecnológico en una región.

Notas

- [1] ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2009) Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6:3, pp. 355-386.
- [2] FURMAN, M. (2008) *Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*, IV Foro latinoamericano de Educación, Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades, del 26 al 28 de mayo. Versión preliminar.
- [3] OCDE (2007) *OECD in figures 2007, long abstract*. Ver www.oecd.org (Consultado 25.II.2010).
- [4] UNESCO (2001) *Science, technology and mathematics education for human development*, UNESCO, 20 a 23 de febrero. Goa, India.
- [5] BUCH, N. J. y WOLFF, T. F. (2000) Classroom teaching through inquiry, *Journal of professional issues in engineering education and practice*, pp. 105-109.
- [6] BARROS, J. F. (2008) Enseñanza de las ciencias desde una mirada de la didáctica de la escuela francesa, *Revista EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín-Colombia)*, 10, pp. 55-71.
- [7] VANTASSEL-BASKA, J. (2008) Desarrollo del currículum para alumnos de primaria con altas capacidades en las enseñanzas de ciencia, *revista española de pedagogía*, 240, mayo-agosto.
- [8] NRC (2000) *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning* (Washington, NAP).
- [9] DUQUE, M. (2008) *Programa Pequeños Científicos. Presentación y alternativas de vinculación. Estrategia para la formación en el espíritu científico, en ciencias*

- y ciudadanía. (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia).
- [10] CHAMORRO, L. E. (2008) *Situaciones críticas de la educación en el Tolima* (Observatorio de la Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima).
- [11] GOBERNACIÓN DEL TOLIMA *Tolima en Cifras 2007-2008*. Ibagué, Colombia. Ver: www.cciibague.org (Consultado el 25.II.2010).
- [12] OCYT (2009) *Indicadores de ciencia y tecnología en Colombia*. Ver: http://ocyt.org.co/html/images/stories/documentos/COLOMBIA_2009.pdf (Consultado el 15.III.2010).
- [13] DANE-Colombia. *Estadísticas año 2005*. Ver: www.dane.gov.co (Consultado el 25.II.2010).
- [14] CAMPANARIO, J. y MOYA, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas, *Enseñanza de las ciencias*, 17:2, pp. 179-192.
- [15] PRINCE, M. y FELDER, R. (2006) Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases, *Journal Engineer Education*, 95:2, pp. 123-138.
- [16] LIER HENAO, C. A.; DUQUE, M. y TIBERIO HERNÁNDEZ, J. (2007) *An Assessment Information System for a K-12 Hands-On Program: The Pequeños Científicos Case*. International Conference on Engineering Education – ICEE 2007 – 371.
- [17] LÓPEZ, P. (2009) *Educación en Ciencias basada en Investigación (ECBI)*. Academia Chilena de Ciencias. Presentada en: Taller latinoamericano Evaluar proyectos ECBI. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia
- [18] GONZÁLEZ, A. (2009) *La Ciencia en tu Escuela*. Academia Mexicana de Ciencias. Presentada en: Taller latinoamericano Evaluar proyectos ECBI. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.
- [19] GRYNSPAN, D. (2009) *ABC en la Educación Científica. Manos en la masa*. Brasil. Academia de Ciencias Brasil. Instituto Oswaldo Cruz. FIOCRUZ. Presentada en: Taller latinoamericano Evaluar proyectos ECBI. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.
- [20] MEISEL, J. (2007) *Factores Críticos Institucionales que tienen relación con el Ambiente de Aprendizaje y las Competencias Ciudadanas de los estudiantes*. Proyecto Pequeños Científicos Bogotá. 2006. Tesis. Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.
- [21] SHULMAN, L. S. (1989) Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea, en WITTROCK, M. C. (ed.) *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos* (Barcelona, Paidós).
- [22] QUINTANA, J. M. (2009) Propuesta de una Pedagogía Humanista, **revista española de pedagogía**, 243, mayo-agosto.

Resumen: ECBI como propuesta pedagógica: lecciones desde un particular contexto latinoamericano

La enseñanza de las ciencias en la población estudiantil es un factor clave para que un país cuente con una masa crítica de ciudadanos, alfabetizada científicamente, que facilite y promueva el desarrollo tecnológico, económico y social de una nación, bajo un enfoque sustentable. Este artículo se orienta a presentar los detalles de la implementación de la propuesta de enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), propuesta que se está posicionando internacionalmente como herramienta efectiva, para el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas en los estudiantes, en un particular contexto latinoamericano: Programa Pequeños Científicos (PPC) en la región Tolima-Colombia. Los resultados evidencian la importancia, para el éxito del Programa en esta región, de la presencia de factores exógenos al aula de clase como el contexto institucional, así como la presencia de factores endógenos vinculados al docente, y al estudiante. Así

mismo los principales hallazgos dan cuenta de la apropiación de una metodología por parte de los docentes y de cambios en ambiente de aprendizaje de las clases de ciencias.

Descriptores: Proyecto Pequeños Científicos, enseñanza de la ciencia basada en indagación, ambiente de aprendizaje, competencias ciudadanas, factores asociados al aprendizaje en el aula de clase.

chers and changes in the learning atmosphere of science classes.

Key Words: Project Small Scientists, inquiry-based science education, learning atmosphere, citizen competences, linked factors to learning in the classroom.

Summary:

IBSE as a pedagogical proposal: Lessons from a particular Latin American context

Science teaching among the student population is a key factor so that a country may count with a critic mass of citizens, scientifically knowledgeable, capable of facilitating and promoting the technological, economical and social development of a nation under a sustainable approach. This article is orientated to show the implementation details of the teaching proposal of the inquiry-based science education (IBSE), a proposal that is internationally positioning itself as an effective tool for the development of scientific, technological and citizen competences among students, within a particular Latin American context: The Small Scientists Project (SSP) in the Tolima Region of Colombia. The results make evident the importance of exogenous factors in the classroom as the institutional context, as well as the presence of endogenous factors linked to the teacher and the student for the success of the Program in this region. Similarly, the main findings propose a methodology on behalf of the tea-

ANEXO 1: Variables de análisis en el modelo (Factores Fijos)

Categoría	Variable	Definición
Características institucionales	<i>PERINT_NJU</i>	Naturaleza jurídica de la institución: pública o privada
	Tamaño Institucional (<i>PERINT_TAM</i>)	Corresponde al tamaño, en función del número de estudiantes de la institución educativa.
Características del curso	Población que atiende (<i>PERINT_POB</i>)	Corresponde al estrato social de los estudiantes que reciben clases en la institución educativa.
	Tamaño del grupo (<i>CARCUR_TGR</i>)	Corresponde al tamaño del curso, en función del número de estudiantes.
	Periodicidad de clases (<i>CARCUR_PCL</i>)	Periodicidad con que se realizan las clases de Pequeños Científicos que reciben los estudiantes vinculados al Programa.
	Jornada de Trabajo (<i>CARCUR_JTR</i>)	Corresponde a la jornada en que los estudiantes, asisten a la Institución educativa a sus respectivas clases.
	Formación de Docentes (<i>COMINT_FOR</i>)	Grado que mide la disponibilidad del recurso humano formado e implementando ECBI en sus aulas de clase y la capacidad de la institución educativa para mantener en el tiempo el personal capacitado e implementando el Proyecto.
	Disponibilidad de materiales (<i>COMINT_MDI</i>)	Grado en que la institución participante en el PPC dispone del material necesario para realizar adecuadamente las clases.
	Inversión en Materiales (<i>COMINT_MIN</i>)	Grado en el que la institución ha destinado o gestionado recursos que garanticen la adecuada implementación y la continuidad del PPC en la misma.
	Currículo (<i>COMINT_CUR</i>)	Grado en el que (ECBI) como estrategia de enseñanza ha influenciado el plan de estudios de la institución en ciencias.
	Evaluación de estudiantes (<i>COMINT_EVE</i>)	Grado de desarrollo y aplicación de alternativas de evaluación de estudiantes para medir los logros y resultados alcanzados por los mismos frente a la implementación del PPC.
	Evaluación de Docentes (<i>COMINT_EVD</i>)	Grado de desarrollo e implementación de alternativas de evaluación de docentes en relación a la implementación del PPC por parte de estos.
Componentes institucionales	Evaluación institucional (<i>COMINT_EVI</i>)	Grado de desarrollo e implementación de alternativas de evaluación institucional en relación a la implementación del PPC por parte de la institución.
	Actitud de la comunidad educativa (<i>COMINT_ACT</i>)	Actitud, frente a la implementación del PPC en la Institución, de cada uno de los miembros de la comunidad educativa, medida en términos de acciones realizadas, acciones previstas e intenciones de hacer algo.
	Nivel de conocimiento de la comunidad educativa (<i>COMINT_NCO</i>)	Grado de éxito de las estrategias de difusión y creación de relaciones con la comunidad educativa, en relación a la implementación del Proyecto PC, desarrolladas por la Institución.
	Antigüedad en el Proyecto (<i>PERDOC_APC</i>)	Es el tiempo que el docente lleva trabajando en ECBI desde que se vinculó al PPC.
Perfil del Docente	Formación en el PPC (<i>PERDOC_FPC</i>)	Es la clase de capacitación en la metodología de la indagación guiada que recibió el docente vinculado al proyecto.
	Genero (<i>PERDOC_GEN</i>)	Corresponde al género del docente que fue seleccionado en la muestra de evaluación.
Perfil del estudiante	Antigüedad en el Proyecto (<i>PEREST_APC</i>)	Es el tiempo que el estudiante lleva trabajando en ECBI (Enseñanza de las ciencias basada en Indagación) desde que se vinculó al proyecto Pequeños Científicos.
	Edad (<i>PEREST_EDA</i>)	Es la edad del estudiante en el momento de la aplicación de la prueba de lápiz y papel.
	Grado (<i>PEREST_GCU</i>)	Es el grado académico que se encuentra cursando el estudiante.
	Genero (<i>PEREST_GEN</i>)	Corresponde al género del estudiante que presento la prueba de lápiz y papel.

ANEXO 2: Variables de análisis en el modelo (*VARIABLES RESPUESTA*)

Categoría	Variable	Definición
Entorno de aprendizaje del curso	Objetivos, planeación e Infraestructura (<i>ENTCUR_OPI</i>)	Este factor se refiere a si la planeación contiene los objetivos de aprendizaje que espera que los estudiantes logren, si hay claridad y coherencia en la misma para entender el desarrollo de la clase y si el salón presenta las condiciones mínimas para realizar una sesión.
	Momentos Generales y materiales de trabajo (<i>ENTCUR_MGR</i>)	Este factor indica si el desarrollo de la clase da evidencia de los principales momentos que una sesión de PC debe contener. Además da evidencia de si los niños contaron con el material adecuado en tipo y cantidad.
	Observaciones y predicciones de los niños (<i>ENTCUR_OPR</i>)	Este factor se basa en la forma en cómo los niños realizan las observaciones y predicciones. Se espera que los estudiantes expliquen y argumenten sus ideas y opiniones, aislen variables y propongan categorías, y el uso de los términos científicos por parte de los mismos se haga según el contexto.
	Comunicación y registro escrito de los niños (<i>ENTCUR_CRN</i>)	Este factor indica si los niños respetan y valoran las intervenciones de los demás, si piden la palabra para hablar y si argumentan basado en los dicho por otro compañero. Además mide si los niños registran las observaciones de la clase.
Competencias ciudadanas ¹	Trabajo Cooperativo (<i>ENTCUR_TCO</i>)	Los niños observados trabajan en grupos, siguen las instrucciones, utilizan adecuadamente los roles. Realmente se ve al profesor como un guía y no como un director.
	Comunicación y registro escrito del Docente (<i>ENTCUR_CRD</i>)	Este factor se refiere a las habilidades del lenguaje relacionadas con el profesor. Mide si éste confronta las opiniones, explicaciones, predicciones y conclusiones induciendo a que los niños generen argumentos frente a lo que afirman. Además indica si el profesor registró en el tablero y en carteleras lo necesario para realizar los resúmenes y cierres y para recapitular futuras sesiones.
	Competencia Cognitiva (<i>DCOMP_COG</i>)	Hacen referencia a la capacidad para desarrollar "procesos mentales, fundamentales para el ejercicio ciudadano, en esta categoría se agrupan las habilidades de toma de perspectiva, generación de opciones, consideración de consecuencias y pensamiento crítico entre otras.
	Competencia emocional (<i>DCOMP_EMO</i>)	Habilidades necesarias para la identificación y respuesta constructiva ante las emociones propias y las de los demás, incluyendo las habilidades para identificar las propias emociones, manejar la rabia y responder empáticamente.
Factores del Ambiente de aprendizaje	Competencia comunicativa (<i>DCOMP_COM</i>)	Son las habilidades necesarias para establecer un diálogo constructivo con otras personas, entre las cuales se encuentran la escucha activa, el parafraseo y la asertividad.
	Trabajo Cooperativo (<i>AMBAPR_TCO</i>)	Preguntas que permitan identificar si en el salón de clases están presentes elementos como: diferentes roles de trabajo, interdependencia positiva de objetivos y de recursos, trabajo dentro de los grupos con un fin compartido, cooperación para el logro de tareas, y identidad compartida.
	Opinión y Participación (<i>AMBAPR_OYP</i>)	Preguntas que nos permitan identificar si el ambiente de clase promueve la generación de opciones y el desarrollo de opiniones entre los niños.
	Respeto a la Palabra (<i>AMBAPR_RPA</i>)	Preguntas que nos permitan ver cuál es el manejo que se le da a la participación de los estudiantes y al error dentro del aula de clases. Cómo es el comportamiento de mis compañeros cuando participo en clase, qué tanto escucho a mis compañeros. Cuál es la reacción de mis compañeros cuando yo me equivoco. Cómo afecta esa reacción mi participación en clase.

¹ Ministerio de Educación Nacional (2004) Estándares Básicos de Competencias Ciudadanas. Formar para la ciudadanía... ¡Si es posible! Lo que necesitamos saber y saber hacer. Bogotá, Revolución Educativa, Ministerio de Educación Nacional