

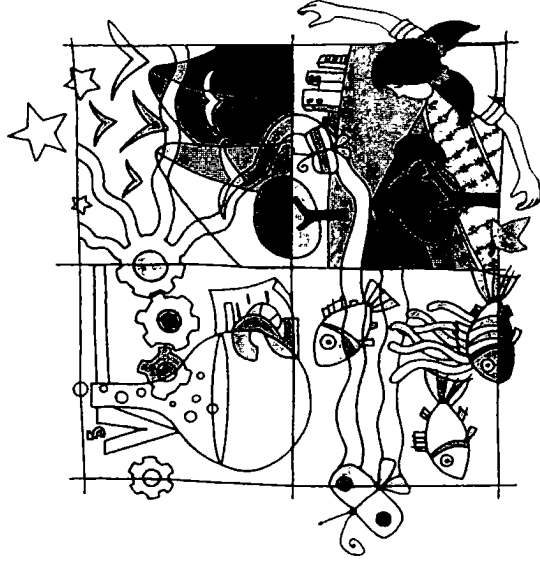
Para María Guatín

¡Que Nueva Penales,
Nuestra Placer y Pajon,
Para siempre en el
IDEP!

Con cariño

Anelís

Emociones y Razones para Innovar en la Enseñanza de las Ciencias



Siete experiencias pedagógicas de la Escuela Básica



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
Y DESARROLLO PEDAGÓGICO

INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y DESARROLLO PEDAGÓGICO (IDEP)

www.idep.edu.co

DIRECTORA GENERAL (E)
Juana Inés Díaz Tafur

SUBDIRECTORA ACADÉMICA
María Cristina Dussán de Suárez

ÁREA DE COMUNICACIÓN EDUCATIVA
María Eugenia Romero
Harold Samiento

COORDINACIÓN ACADÉMICA DEL PROYECTO
Aurelio Usón Jaeger

ASISTENTES DEL PROYECTO
Sonia Díaz
Andrea Perdomo

ASESOR TEXTUAL Y EDITOR
Germán Gavina Álvarez

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN, ILUSTRACIÓN Y DISEÑO DE CD-ROM
Santiago Silva Aponte

IMPRESIÓN
Molher Ltda

Esta obra **Emociones y Razones para Innovar en la Enseñanza de las Ciencias**, compendia los resultados de la convocatoria 01 de 2001 *Apoyo a innovaciones pedagógicas orientadas a generar aprendizajes de conceptos y procedimientos de las Ciencias Naturales que promuevan actitudes científicas y condiciones para el desarrollo del pensamiento científico, en estudiantes de grados cero (0) hasta noveno (9) del Distrito Capital*

ISBN 958-8066-28-X

Primera Edición, Mayo de 2003 Bogotá D.C. Colombia

Derechos Reservados Instituto Para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico (IDEP), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de los Andes, Centro Educativo Distrital Isabel II, Centro Educativo Distrital Gerardo Paredes, Centro Educativo Distrital Nueva Esperanza, Fundación Instituto Alberto Merani

COORDINACIÓN ACADÉMICA GENERAL
Aurelio Usón Jaeger

Observar, Experimentar y Explicar

MAESTROS INNOVADORES
Fernando Sarmiento
Harold Machado
Myriam Martínez
Luz Manna Rodríguez
Eric Turán
Álvaro Lemus
Nubia Torres
Daniel Rosas
María Elvira Vargas
Manuel Guevara
Arturo Esguerra
EXPERTO ACOMPAÑANTE
Jorge F. Larreamendy-Joems

De la Pregunta al Proyecto
MAESTROS INNOVADORES
Sonia Martínez
Aurora Bernal
Alberto Gómez
Edelmira Ortiz
Sara Zafrá
Sandra Ximena Ibáñez
Marlén Pedraza
Myriam Victoria Oicará
Guillermo Fonseca
EXPERTA ACOMPAÑANTE
Judith Arreta Vargas

Peribir el Mundo con los Cinco Sentidos

MAESTROS INNOVADORES
Silvia Suárez Riaño
Marina Roa
Marlén Beltrán
Rosa María Pantoja
Yudy Esier Carrillo
Cristina Isabel Rubiano
Isabel Álvarez
EXPERTAS ACOMPAÑANTES
Cristina Carulla
María Figuerola
Claudia Ordóñez

Pensar Homeostáticamente
MAESTRAS INNOVADORAS
Aurora Amarillo
Graciela Gómez
Ros Mary Melo
Fanny Villar
Silvia Zambrano
EXPERTA ACOMPAÑANTE
Stener Valencia

*Construyamos Máquinas,
Desarrollemos Competencias*

MAESTRAS INNOVADORAS
Elizabeth Colmenares
Patricia Moreno
EXPERTA ACOMPAÑANTE
Martha Villarreal

*Los Colectivos Escolares una Forma
de Disfrutar el Conocimiento*

MAESTROS INNOVADORES
Lina Marcela Bustos Piñeros
Helmer Páez Flórez
Ma Eugenia Rodríguez González
Adriana Londoño
EXPERTAS ACOMPAÑANTES
Olga Méndez Núñez
Diana Rojas Suárez

Un Asunto de Actividad Científica
MAESTROS INNOVADORES
David Andrés Sánchez Bonell
Paulo Andrés Valencia Villa
EXPERTO ACOMPAÑANTE
Jhon Jaime Marín Niño

Contenido

- Presentación, 7
- Observar, Experimentar y Explicar, 25
- De la Pregunta al Proyecto, 45
- Percibir el Mundo con los Cinco Sentidos, 69
- Pensar Homeostáticamente, 93
- Construimos Máquinas, Desarrollemos Competencias, 113
- Los Colectivos Escolares: una Forma de Disfrutar el Conocimiento, 129
- Un Asunto de Actitud Científica, 147

Presentación

Las emociones

Es posible que uno como maestro entre en contradicción con la imagen que uno tiene de sí mismo al cuestionar, e incluso, al tratar de transformar la manera "normal" en que se "dictan" las clases de ciencias

Es posible que uno cometa muchos errores o que genere problemas al ensayar o al explorar nuevas rutas pedagógicas. Es posible que en dicha exploración uno no se sienta cómodo, esté nervioso, abrumado o inseguro.

Es posible que hasta le dé risa preguntarse ¿qué actitud y posibilidades de pensamiento científico pueden propiciarse en nuestros niños y jóvenes dada su edad y el contexto social en que viven?

Si considera que la situación es incierta, arriesgada o inútil de explorar, no siga leyendo este libro, quizá no es para usted. Pero si la emoción de poner en marcha sueños de cambio, de oponerse a unas prácticas docentes y contextos escolares que tal vez habiendo sido válidas en el pasado ya no lo son, de tener confianza en

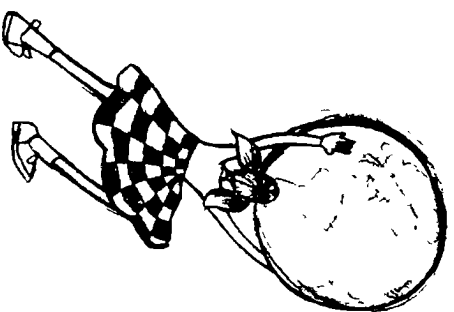


que puede lograr mejores aprendizajes en sus estudiantes, de contribuir para construir una sociedad mejor y en definitiva, que puede sentir mayores satisfacciones profesionales, entonces este libro sí es para usted

¿Está usted dispuesto a *aprender a desaprender* lo que entiende como ciencia y enseñanza de las ciencias, y así *aprender a emprender* una innovación educativa? ¿Por qué?

Las razones

- Porque en las aulas del siglo XXI no se puede seguir enseñando ciencia según la concepción del siglo XVII
- Porque la ciencia no *conquista "verdades" ni descubre "leyes" absolutas e inmutables*
- Porque la obsolescencia de la información en ciencia causa vértigo
- Porque en ciencia, lo que ayer era "ridículo", hoy puede ser "evidente" y mañana puede ser "falso"
- Porque la ciencia tampoco se basa en una metodología única, pura, infalible ni siquiera es enteramente racional
- Porque la creación científica combina una dinámica de rigor y sistematicidad, con un espíritu abierto a la imaginación, a la admiración y a la inventiva ¡También se alimenta de corazonadas, afectos, revelaciones y sensaciones!
- Porque los niños y jóvenes son en realidad mucho más científicos de lo que podemos sospechar ¡De hecho, todos nosotros, ya desde la cuna, somos científicos intuitivos!
- Porque su extraordinaria imaginación, su ardiente curiosidad de interrogarlo todo—hasta lo obvio—, su deseo y confianza de poder explicar y querer controlar el mundo es asombroso y es lo más importante a cultivar



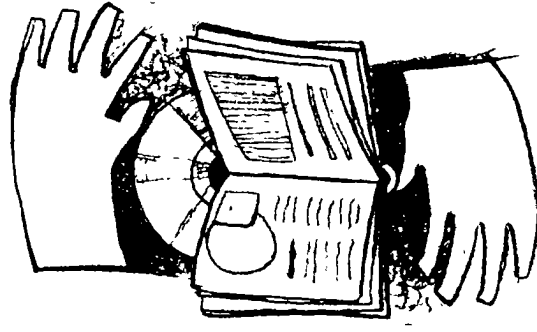
- Porque, ¡ojo!, no vaya ser que en nuestro afán de enseñar hagamos justamente lo contrario: atrofiar o destruir estas preciadas aptitudes
- Porque lo que no se puede hacer, ni tiene sentido es atiborrar a los estudiantes en dos semestres o doce cursos con los contenidos que los científicos han cons-truido durante siglos. ¡Esto marea y provoca náuseas!
- Porque todo eso no cabe en la cabeza del niño, del maestro, ni de ninguna persona, ¡si acaso en Internet!
- Porque lo magistral en la didáctica no es hacer, "más de lo mismo" con tecno-logía de punta, sino de ser capaz de transformar los monólogos expositivos en diálogos activos e interactivos
- Porque es posible pasar de curiosidades, intereses e inquietudes espontáneas a la voluntad colectiva y deseo ardiente de construir saber, piedra angular de todas las actitudes científicas y motor de todo aprendizaje
- Porque no contar con sofisticados equipos de laboratorio no es excusa para no enseñar ciencias
- Porque la ciencia y la tecnología no es algo alejado de nuestras vidas, sino que están imbricadas en nuestro diario vivir, están "allí mismo"
- Porque absolutamente todo, en la escuela y en el mundo, está relacionado entre sí.
- Porque las cosas no son como son, ni suceden porque sí, sino que emergen y resultan a partir de interacciones
- Porque pensamiento científico implica ir más allá de las relaciones simples cau-sa-efecto para identificar múltiples variables y comprender las complejas retroalimentaciones que se dan
- Porque si se tienen en cuenta las múltiples ideas y representaciones de los estu-diantes acerca de la ciencias y de los fenómenos naturales, el aprendizaje se vuelve más significativo

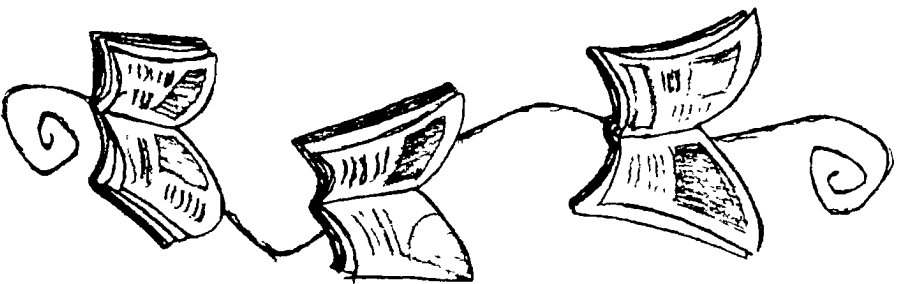
- Porque a partir de las inquietudes de los niños en torno a las más variadas e insospechadas problemáticas de su cotidianidad, pueden surgir apasionantes proyectos de investigación
- Porque en estos proyectos los estudiantes pueden vivir la aventura de buscar información, experimentar, discutir sobre evidencias y opiniones, explicar y comprender su mundo
- Porque lo clave en la experimentación no es el seguimiento de instrucciones o recetas, ni la comprobación o demostración empírica de teorías, sino el diseño de situaciones controlables (y reproducibles por otros) que permitan refutarlas
- Porque los estudiantes pueden diseñar y construir artefactos tecnológicos de invención propia, para solucionar problemas reales de su entorno
- Porque comprender el mecanismo de funcionamiento y la funcionalidad de lo construido, y lograr que efectivamente funcione, es sentir satisfacción frente al aprendizaje
- Porque pensamiento científico no es resolver problemas mecánicamente, ni aplicar recetas. ¡Es poder articular lo disciplinar con lo holístico, sopesar y elaborar alternativas de solución válidas según los contextos!
- Porque actitud científica implica poder equivocarse, disenter, pero también buscar acuerdos y reconocimiento en un ambiente de respeto
- Porque la clase de ciencias sirve también para que el estudiante se valore, curde más de sí mismo, a los demás y a la naturaleza
- Porque la clase de ciencias puede ser lo más interesante, querida y relevante, no la más aburrida, odiada e incomprensible en la escuela
- Porque la escuela, más que un instrumento para la formación de la sociedad, puede convertirse en un instrumento para transformarla, esto es, en un laboratorio en el que se desarrollen mejores formas de relacionarse, de organizarse y de producir conocimiento pedagógico

Con todo este cúmulo de afectos y de porqués, y otros muchos que se nos han quedado en el tintero y sin ánimo de que se conviertan en *clichés pedagógicos*, hemos escrito este libro producto del trabajo colaborativo de siete experiencias pedagógicas innovadoras apoyadas y coordinadas desde el INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y DESARROLLO PEDAGÓGICO (IDEP)

Nuestro libro

Nuestro libro *Emociones y Razones para Innovar en la Enseñanza de las Ciencias*, consta de siete relatos de experiencias pedagógicas innovadoras y de un anexo en CD-ROM con los correspondientes informes técnico-académicos. Los relatos e informes técnicos constituyen dos formas complementarias y alternativas, con énfasis en lo emocional y lo racional respectivamente, de documentar y difundir las innovaciones pedagógicas. Los relatos constituyen historias de vida colectivas de experiencias pedagógicas innovadoras, contadas por sus protagonistas. Los relatos son un viaje panorámico —a vuelo de pájaro— a los sentimientos, pensamientos y vivencias del equipo innovador, en torno al esfuerzo conjunto de mejorar la práctica de la enseñanza de las ciencias en la Escuela Básica. En ellos, dialogan las voces de los expertos acompañantes, docentes innovadores y los estudiantes de cada experiencia. A través de los relatos se vislumbran las diferentes maneras —a veces radicalmente diferentes— como se construyen y se desarrollan las innovaciones pedagógicas. En ellos se abordan aspectos como los orígenes de la innovación, los esfuerzos de conformar equipos innovadores, tanto dentro de la institución como a través de redes, la construcción de consensos dentro del equipo, la puesta en marcha de modelos pedagógicos e investigativos coherentes y la búsqueda, ensayo y uso de recursos y espacios pedagógicos alter-





nativos. Cada relato concluye con una reflexión final sobre lo que supuso desarrollar la experiencia, lo que ha quedado de la misma y por cuáles derroteros se espera transitar hacia el futuro. Finalmente, se complementa el relato con una selección de referencias bibliográficas que los equipos innovadores han considerado claves para profundizar en las ideas que sustentan la experiencia. Con esta propuesta, quisimos rescatar y revalorizar los relatos de experiencias pedagógicas como posibilidad de intercambio de ideas en educación que escapen a la anécdota construyendo un escrito que tuviera interés para un grupo amplio que, además de ser los docentes de la Escuela Básica, comparten responsabilidades en el sistema educativo, como son los directivos docentes, padres y madres de familia, diseñadores de materiales curriculares y comunicadores en general. De otra parte, cabe destacar que hay abundantes y buenos escritos sobre popularización de la ciencia, pero escasos los que tratan de divulgar de forma amena las ideas emanadas de las innovaciones pedagógicas en general e incluso, de ese campo del conocimiento conocido como la didáctica de las ciencias.

Siendo los relatos invitaciones a renovar, probar y reflexionar sobre los principios formulados desde cada innovación pedagógica, no quisimos dejarlos sin la posibilidad de profundizar en los pormenores de cada proyecto proporcionando ideas no sólo teóricas sino eminentemente prácticas. Esta es la razón de ser del anexo en forma de CD-ROM que se incluye en el libro. En este formato, los grupos innovadores presentan los marcos teóricos y las diferentes maneras como los equipos sistematizaron el desarrollo de sus proyectos con textos, imágenes y algunos videos de las experiencias. Todo ello conforma una rica muestra de los aprendizajes tanto individuales como colectivos en el aula, en actitud y pensamiento científico. Adicionalmente, en el CD-ROM incluimos algunos de los materiales didácticos creados, adaptados o utilizados en los proyectos.

Experiencias institucionales y en red

En esta publicación presentamos dos perspectivas de experiencias pedagógicas innovadoras que constituyen, por así decirlo, dos enfoques de cámara, a través de los cuales se pueden observar las dinámicas de los proyectos. Por una parte, es bien sabido que una innovación pedagógica se arraiga en aquellas instituciones donde existe un equipo de docentes y directivos que poseen una actitud de cambio y voluntad de compartir y construir colectivamente objetivos o que cuentan con personas especialmente activas dentro del equipo que dinamizan el proceso. Nos referimos a los proyectos que tratan de lograr un buen impacto institucional. Con un primer enfoque de cámara podemos observar con lente de aumento, cómo innova el equipo de docentes dentro de la institución y, en cuanto a las clases, qué metodologías, recursos y materiales didácticos propios utilizan. En unos casos, se trata de instituciones con larga trayectoria de innovación, en otros, apenas se está iniciando.

Por otra parte, estas experiencias institucionales se complementan con los proyectos pedagógicos en red. En este caso, nos salimos de las instituciones escolares y captamos, con un segundo enfoque de cámara de mayor perspectiva, cómo los docentes innovadores también buscan y conforman espacios alternativos y complementarios a las escuelas para discutir y analizar con compañeros de otros centros educativos las problemáticas de las innovaciones que les une. En nuestra opinión, ambas formas de operar son necesarias. El trabajo en red es fuente de oxigenación y renovación de las innovaciones, sin embargo, el trabajo institucional es necesario para que éstas realmente arraiguen e incidan en la escuela. Sin trabajo en red, la innovación institucional puede perder su impulso y entrar en una fase de rutinización y quedar aislada. Sin trabajo institucional, las innovaciones no logran el deseado impacto en la vida escolar. Precisamente, para ser coherentes con esta doble necesidad de articular trabajo institucional con trabajo en red, hemos ordenado los relatos en el seno del libro alternando ambos enfoques de experiencias pedagógicas

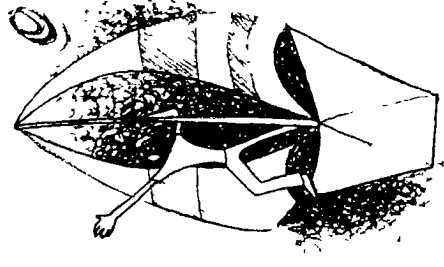
Riqueza de las innovaciones

Cada experiencia pedagógica innovadora tiene importantes matices y diferencias significativas tanto en su forma de operar como en su concepción de fondo. Esta característica, lejos de ser una debilidad, es una muestra de la riqueza de propuestas, lo que significa que todavía queda mucho por debatir sobre cómo mejorar la enseñanza de las ciencias desde la innovación pedagógica. En efecto, a partir de las siete experiencias desarrolladas y analizando las interacciones que se dan entre los actores principales de la innovación, expertos acompañantes, docentes y estudiantes, emergen diferentes significados y formas de innovar.

En un primer nivel de análisis, todos los proyectos contemplan una serie de interacciones entre los expertos acompañantes y los docentes. La convocatoria del IDEP estableció que los equipos acompañantes tendrían la responsabilidad de asesorar, hacer seguimiento y formar al equipo docente tanto en aspectos temáticos o disciplinares del campo de las ciencias, así como también en aspectos metodológicos sobre la sistematización, análisis y discusión de la información que entraña la innovación pedagógica en el área de ciencias naturales. Dicha convocatoria señalaba, además, que la Coordinación Académica de la Innovación debía ser colegiada y estar a cargo del experto acompañante y de un docente del área de ciencias de cada institución participante. A partir de este marco general emergieron básicamente tres formas de interacción. En primer lugar, se desarrollaron propuestas de trabajo desde una perspectiva *culturalista*. Es decir, las innovaciones son adaptaciones de uno o más modelos pedagógicos a la cultura propia e idiosincrasia del contexto escolar. Los docentes, en este caso, desempeñan el papel de mediadores y adaptadores que recontextualizan lo discutido con el equipo acompañante. Este es el caso de la mayoría de las experiencias. En cambio, otros

(los menos) se alejaron de este punto "central" hacia dos extremos que contrastan fuertemente entre sí. Unos pocos, sin abandonar por completo el carácter cultural, poseen influencias de claro *corte tecnológico*, donde el equipo acompañante cuenta con unos materiales, recursos y un *know how* especial que *dirige* y sostiene la innovación en gran medida. En una posición muy opuesta, más acorde con la perspectiva *sociocrítica*, los maestros se convierten en verdaderos agentes curriculares y/o investigadores sobre su innovación con gran autonomía respecto a los expertos acompañantes. En este caso, el equipo o persona acompañante desempeña especialmente el papel de asesor sobre aspectos muy puntuales y específicos de la Innovación. En muchas de las experiencias que presentamos, la interacción experto acompañante-docente se enriquece con un tercer actor: estudiantes universitarios, que con denominaciones varias –practicantes, pasantes, monitores, etc –, apoyan de diferentes maneras las labores de éstos. Entre otras, algunas veces desempeñan el papel de asistentes investigativos de los expertos acompañantes, otras veces, en cambio, brindan apoyo disciplinar y procedimental a los docentes acerca de temas directamente relacionados con las ciencias.

En un segundo nivel de análisis de las Innovaciones nos podemos preguntar: *¿Qué interacciones se desarrollan entre maestros y estudiantes?* Todas las experiencias abandonan como actividad pedagógica predominante las clases *magistrales, expositivas o frontales*. Esto es, la recitación de abundantísimos contenidos considerados verdaderos y acabados por parte del maestro, quien lo sabe todo, la respuesta memorizada del *alumno*, quien no tiene *luz propia*, el uso exclusivo del omnipresente libro escolar, los muros del aula. Todo ello configura las didácticas, recursos y espacios tradicionales que con demasiada frecuencia no logran aprendizajes significativos y a las que se oponen las experiencias Innovadoras. Para los siete proyectos, el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un *proceso dinámico e interactivo*



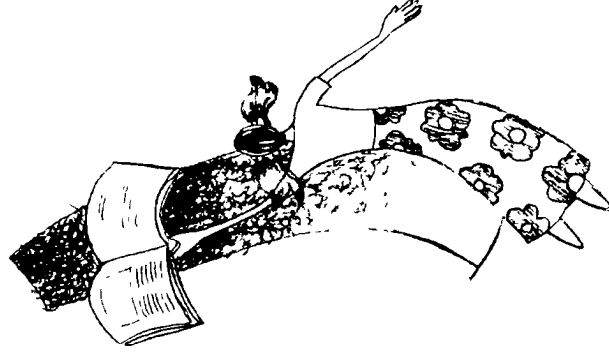
a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente del estudiante que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes. Es así como las experiencias se fundamentan en aprendizajes activos e interactivos, y evaluaciones de procesos en diversos y enriquecidos espacios pedagógicos con múltiples recursos en torno a una selección limitada de contenidos

Respecto a los dominios o contenidos de las innovaciones pedagógicas, son trabajados teniendo siempre presente las ideas y representaciones que los estudiantes tienen de éstos y no exclusivamente con base en la lógica disciplinar. Así, algunas de las experiencias pueden versar sobre cuestiones aparentemente elementales (pero realmente cruciales), como por ejemplo nuestros *cinco sentidos* y cómo aprender a utilizarlos para percibir lo que hay en el entorno. Otras trabajan ideas generales de la ciencia tales como *homeostasis* o *ecosistema*. Finalmente, hay quienes desmenuzan conceptos más puntuales como el de *presión* o *máquinas simples*, que muestran una interesante transversalidad en diversas áreas y niveles del currículo escolar. En realidad, más que trabajar en torno a temas (que en su concepción tradicional la mayoría de las veces corresponden a los títulos de los contenidos de los libros de texto) se tiene en cuenta un conjunto limitado de problemas, significativos para los estudiantes, a partir de los cuales maestros y estudiantes pueden discutir con profundidad. Es de resaltar, que todos estos problemas convocan saberes que desbordan los límites trazados por las disciplinas, de tal forma que, por ejemplo, un problema ambiental puede llevarnos a resolver problemas auxiliares propios de la física, de la química, de la matemática, al mismo tiempo que nos pueden exigir resolver problemas propios de la economía y de la ética. En definitiva, no se trata de trabajar con contenidos sobrecargados, desarticulados y francamente irrelevantes como infortunadamente nos han formado a muchos de nosotros, sino en torno a pro-

blemas significativos para los estudiantes, que se acercan más a los problemas de la vida cotidiana y que permiten armar explicaciones y comprensiones que corresponden a la integralidad del mundo

En cuanto a los aprendizajes activos e interactivos, las siete experiencias combinan, con diferentes grados y énfasis, el *trabajo individual* de cada estudiante con el trabajo desarrollado por *equipos de alumnos*. En el primer caso, el foco de atención está en el sujeto individual que aprende, en su nivel de desarrollo psicoevolutivo, en su capacidad de aprender a aprender de forma relativamente autónoma, de reestructurar y reconstruir conocimiento a partir de otros previos. Sin embargo, este enfoque, que constituye un constructivismo de corte más *piagetiano*, se integra en todas las experiencias con los planteamientos del *constructivismo socio-cultural* donde se refuerza la importancia del trabajo en equipo, la interacción e interlocución entre los sujetos que participan en el proceso de aprendizaje. Cabe anotar que este último énfasis es la tendencia mayoritaria de las diferentes experiencias.

Por su parte, los trabajos en equipo suelen tratarse de *proyectos investigativos* donde grupos de estudiantes indagan sobre algún problema o acontecimiento a partir de sus conocimientos, y utilizando diferentes estrategias. En estas actividades de investigación, los resultados finales, que no se conocen de antemano, no son "únicos" ni "totalmente correctos" y por supuesto siempre abren nuevos interrogantes. El aprendizaje se produce, en el marco experiencial-vivencial, donde se entremezclan diversas actividades tales como la formulación continua de preguntas, la búsqueda de información, la incansante discusión sobre la forma de entender un determinado problema, la necesidad de imaginar y formular explicaciones posibles, el diseño y realización cuidadosa de experimentos con sus instrumentos de medida, la discusión a profundidad de los resultados que son representados de múltiples maneras, las inconsistencias o discrepancias entre los resul-



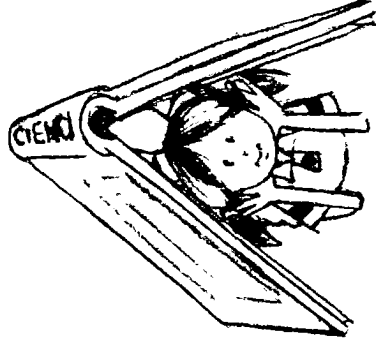
tados e hipótesis, las debilidades predictivas, son fuente continua de intriga, conflicto cognitivo, y de construcción de conocimiento. En efecto, cuando las representaciones de los estudiantes se muestran insuficientes o contradictorias en el momento en que intentan dar cuenta de los resultados, pueden llevar al estudiante a reformular el abordaje experimental o finalmente a entender la necesidad de cambiar sus explicaciones hacia otras, ojalá de mayor potencial explicativo y predictivo. Toda esta forma de trabajar ha demostrado ser lo más adecuada no sólo para aproximar a los estudiantes de Educación Básica a la comprensión de lo que es el carácter explicativo y social de la ciencia, dos rasgos que la definen como un fenómeno humano, cultural y en permanente transformación, sino sobre todo para producir un genuino aprendizaje. Es decir, aquel que entrará a formar parte de ese conjunto de conocimientos que permite al estudiante entender y resolver los muchos problemas que la vida plantea permanentemente y no un aprendizaje memorístico, inerte e incompetente, sin posibilidades de transferirse a contextos diferentes al del aula o al del examen tradicional.

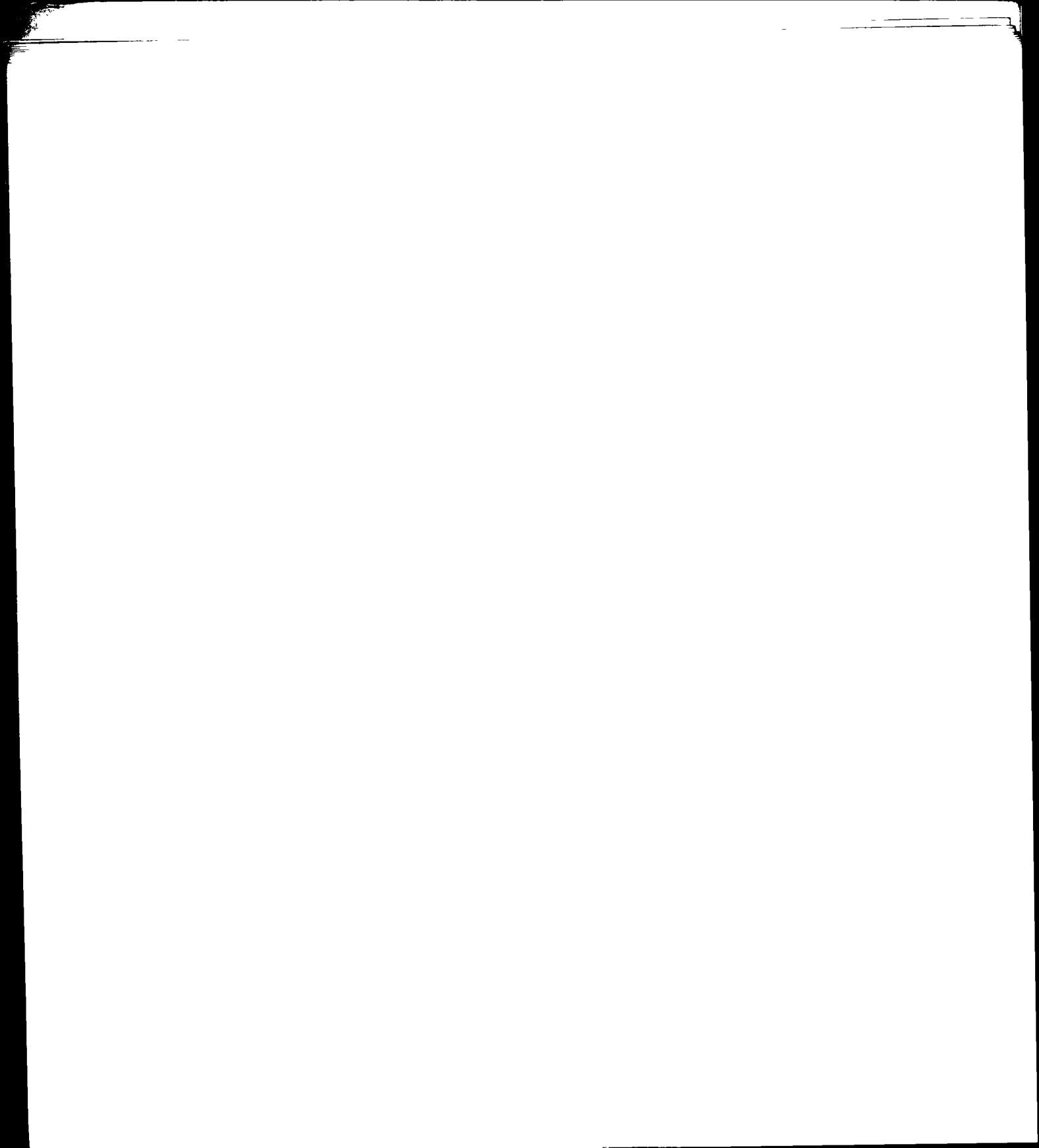
Ahora bien, sin ánimo de entrar en clasificaciones estáticas y rígidas de los siete proyectos, las interacciones o interlocuciones entre maestros y estudiantes, transitan entre dos polos a modo de gradiente de *control docente-estudiante* (obviamente ninguno de los dos se encuentra en estado puro). En un extremo —a modo de *estrategias cooperativas*—, nos encontramos con sistemas de interacción docente-estudiante altamente estructurados en el sentido de que hay metas de aprendizaje, metodologías con toda una batería de recursos de apoyo didáctico y evaluativo, de indudable interés para los estudiantes, que son preñadas y controladas *a priori* por el docente. En cambio, en el polo opuesto, encontramos un sistema de interacción en el que los maestros son radicalmente abiertos a los intereses de los estudiantes en cuanto a inquietudes investigativas, ellos preguntan permanentemente y diseñan su investigación. En este caso, el maestro asume

el reto de aventurarse a investigar sobre algo y de la forma que no está bajo su completo control, pero que junto con los estudiantes aprenderán a desarrollar proyectos *colaborativos/colectivos* donde las metas y procedimientos de evaluación son mucho más consensuadas entre todos

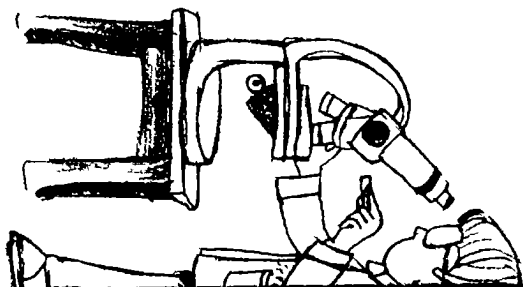
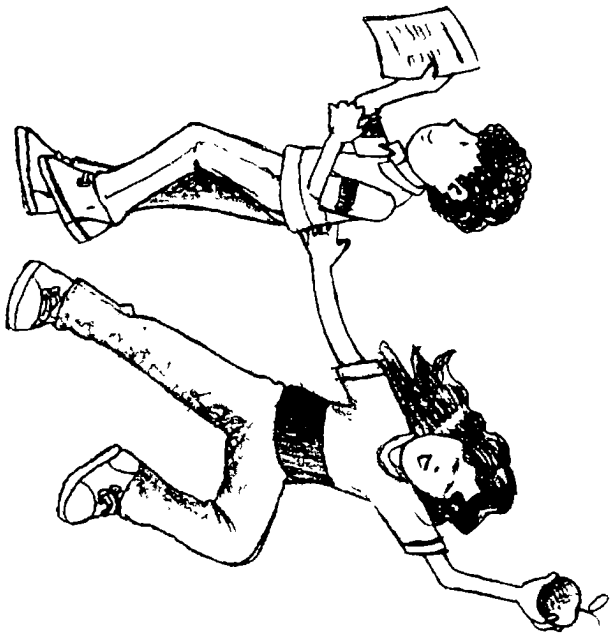
Con este análisis no queremos concluir que toda interacción vale, pero tampoco afirmar que hay formas únicas de innovar, ni soluciones mágicas a los problemas del aprendizaje de las ciencias (Asimismo, es un error pensar que todas las soluciones del aprendizaje de las ciencias han de venir de la clase de ciencias) Sea cual fuere el énfasis de las interacciones entre equipo acompañante y docentes o entre docentes y estudiantes, es obvio que el docente desempeña un papel central, en continua formación, repensando lo pensado, ensayando propuestas alternativas, generando nuevas comprensiones , dedicando, a fin de cuentas, mucho amor al arte y tiempo de trabajo, para lograr cambios sustanciales en la escuela Nuestro propósito, en último término, es presentar, una constelación de posibilidades, desde las emociones y razones de cada experiencia, y motivarles hacia la aventura de innovar en la enseñanza de las ciencias en la Escuela Básica

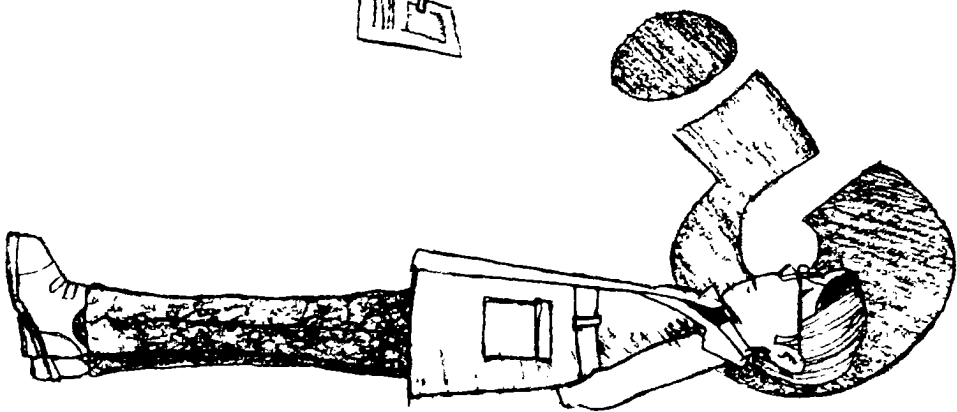
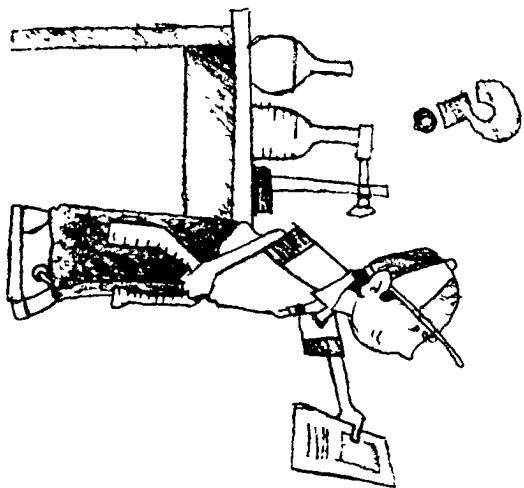
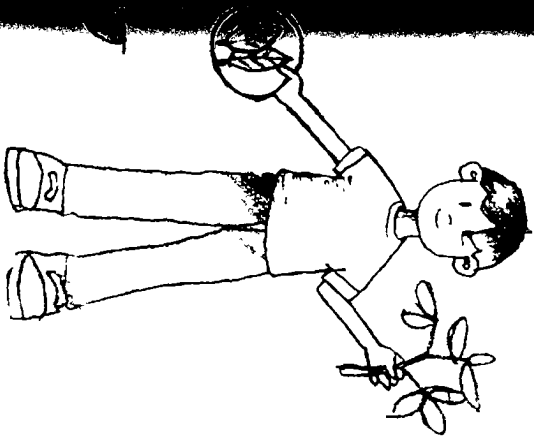
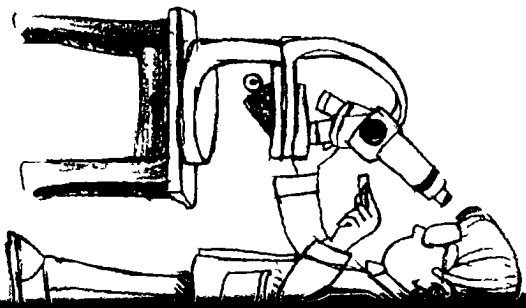
Aurelio Usón Jaeger
Coordinador Académico General del Proyecto

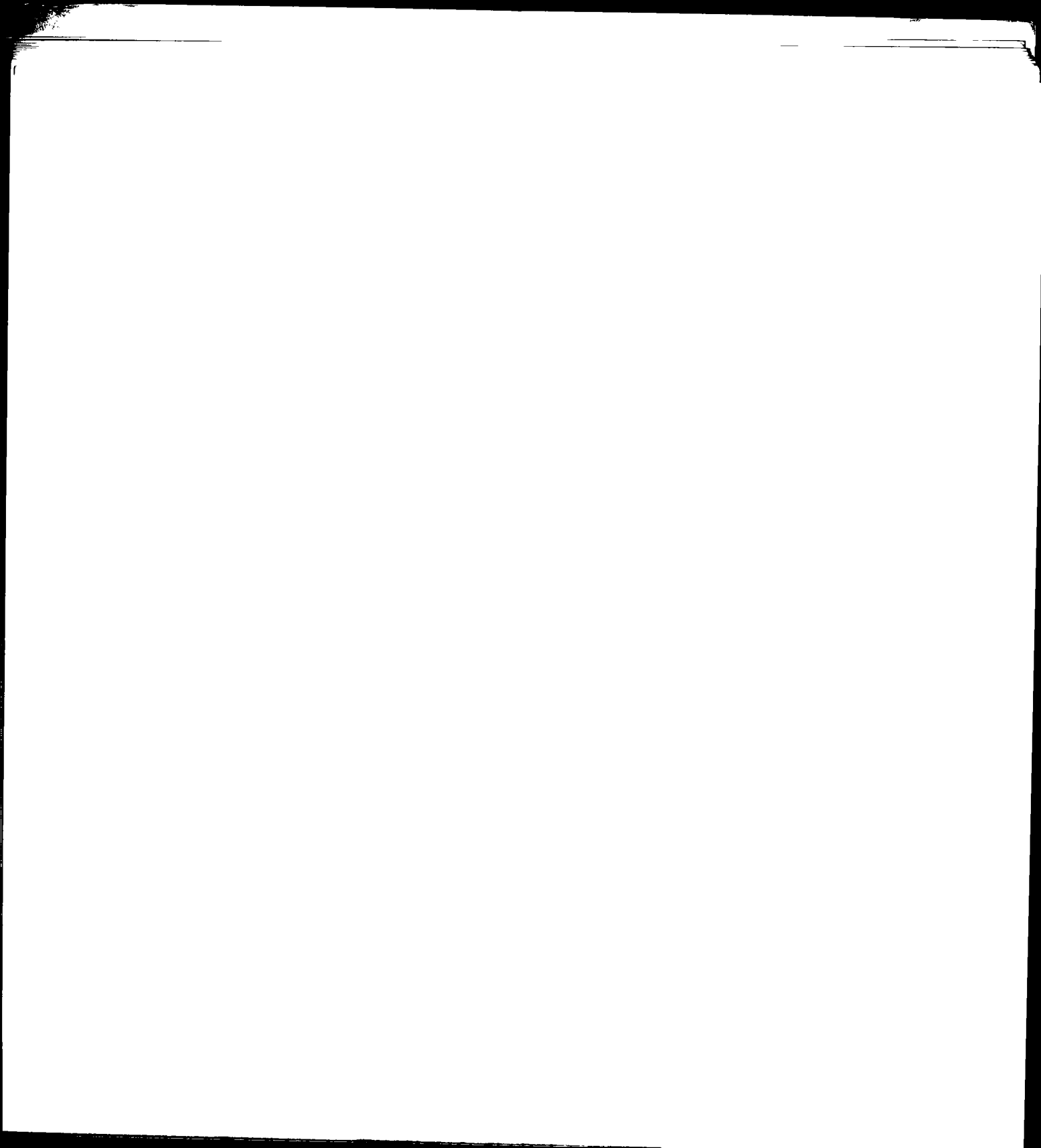




A los Maestros, Maestras e Instituciones que
creen posible innovar en la Escuela





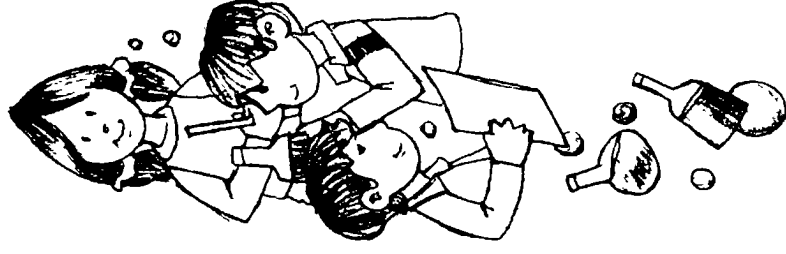


OBSERVAR, EXPERIMENTAR Y Explicar

Maestros Innovadores: Fernando Sarmiento, Harold Mechado, Myriam Martínez,
Luz Marina Rodríguez, Eric Tuirán, Álvaro Lemus
Nubia Torres, Daniel Rosas, María Elvira Vargas

Manuel Guevara, Arturo Esquerita
Practicantes de psicología: Laura Ruiz, Mario Córdoba,
Germán Pinzón, York Iván Puerto, Fabián Mejía,
Hernando Taborda, Andrea Cuencana

Experto acompañante: Jorge F. Larreamendy-Joens
Experiencia institucional: Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montúfar (IPARM),
Universidad Nacional de Colombia



Nuestro proyecto comenzó con una anécdota. Un docente de nuestro grupo, el profesor Manuel Guevara, recordaba cómo alguna vez sus estudiantes comparaban las prácticas de laboratorio de química con la preparación de recetas de cocina. Para los estudiantes, el experimento era visto como una actividad en la que se mezclan sustancias y se siguen procedimientos a la letra. Aunque la analogía de los estudiantes destacaba la manipulación física como un rasgo típico de la experimentación, ignoraba que lo realmente crucial en un experimento, no es tanto el seguimiento de instrucciones, como el diseño de situaciones controladas que permitan inferencias sólidas a partir de observaciones. El relato de

Manuel fue un punto de partida porque ilustraba uno de los mayores problemas en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales: la apropiación de la lógica que subyace a la actividad científica

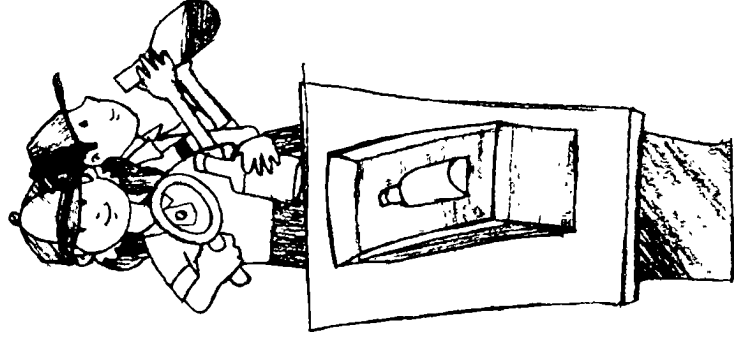
Es verdad que los niños y adolescentes aprenden con entusiasmo conceptos y 'datos' científicos en áreas como la física, la biología, la química y la ecología, en muchas ocasiones, se sorprenden ante fenómenos que les son demostrados en el aula, en las salidas de campo observan con avidez su entorno, formulan preguntas y se arriesgan a proponer explicaciones. A pesar de ello, parecen desconocer las ventajas de la racionalidad científica a la hora de resolver problemas, contrastar hipótesis con evidencias, evaluar explicaciones alternativas o proponer investigaciones que los lleven a un conocimiento sólido sobre fenómenos de su interés. Aunque los niños reconocen que la ciencia es una actividad que implica creatividad e innovación, a menudo la asocian con la verdad absoluta, o con la autoridad de figuras idealizadas como Newton o Einstein. Adicionalmente, los estudiantes tienen la tendencia a pensar en la ciencia como una actividad solitaria, en la que la verdad de los hechos se impone y en la que se descubre pero no se construye, es decir, ajena al argumento y a la discusión. No es de extrañar, entonces, que los estudiantes enfrenten dificultades para emplear en la vida cotidiana los conceptos que aprenden en el aula. Por ejemplo, los principios explicativos relativos a la presión (como es el caso de los principios de Pascal y Bernoulli) son evocados al resolver los ejercicios del texto de física, pero no así para explicar fenómenos cotidianos como la hipertensión arterial, el funcionamiento de un gato hidráulico o la velocidad que adquiere el agua de un río cuando sus riberas se estrechan.

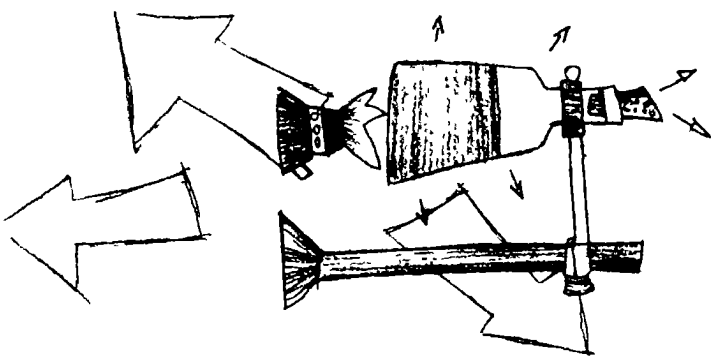
Conformando un equipo y construyendo consensos

Preocupados por los problemas mencionados, nos dimos a la tarea de crear condiciones de enseñanza y aprendizaje que promovieran en el aula el pensamiento científico. La decisión de realizar una investigación que condujera a una innovación pedagógica fue una iniciativa conjunta de algunos profesores de nuestra institución escolar y de un docente del Departamento de Psicología de la Universidad Nacional, interesado en el desarrollo del pensamiento científico en el niño.

El coordinador académico de nuestra institución escolar, relata así los inicios del proyecto. *“Cuando recibí la oferta de una investigación en la enseñanza de las ciencias naturales, en unión de un profesor del Departamento de Psicología, me pareció una oportunidad maravillosa, especialmente porque soy consciente del papel que ha tenido en este campo la psicología, así como de sus aportes para una verdadera comprensión del proceso de conocimiento. Me apresuré a comunicarlo a mis compañeros del área, porque a pesar de ser el coordinador académico, no me he desvinculado de la docencia y a diario pienso en los problemas de la enseñanza de las ciencias”*

El equipo se conformó por docentes de pre-escolar, primaria y bachillerato, muchos de ellos no familiarizados con las ciencias naturales. También se integraron al equipo estudiantes practicantes de psicología. *“La primera sensación que percibí fue de un cierto escepticismo —relata el coordinador refiriéndose a las primeras reuniones—. Lo comprendí porque casi siempre para los profesores la investigación es algo complejo, sin embargo, participaron muy activamente en la búsqueda de aquel concepto que nos sirviera para investigar su enseñanza a través de toda la educación básica”* Se trataba en esas primeras reuniones, por una parte, de encontrar coincidencias respecto a las dificultades que los





estudiantes enfrentan en el aprendizaje de las ciencias naturales y, por otra, de identificar un concepto alrededor del cual podríamos indagar las posibilidades de una enseñanza integral y efectiva. Fue claro desde un principio que la solución a la ausencia de apropiación de la lógica científica por parte de los estudiantes no consistía en enseñarles explícitamente metodología ni en explicar, en abstracto, el sentido de los diseños experimentales. Era cuestión de reorientar la enseñanza de un campo específico, de forma tal que llevara a los estudiantes a significar las prácticas científicas (entre ellas, la experimentación) como prácticas racionales y sociales y no como simples procedimientos.

Luego de algunas reuniones, acordamos que estábamos interesados en el aprendizaje de la física y, en especial, del concepto de presión. Nos centramos en la presión porque nos pareció un concepto tanto de difícil comprensión, como de presencia continua en el currículo de ciencias naturales y en la vida cotidiana. La noción de presión es uno de los conceptos más integradores en el ámbito de la física y las ciencias naturales. Está implicado en la comprensión de fenómenos relacionados con la flotación, el comportamiento de los fluidos, el clima, la acción capilar y el intercambio celular, entre otros. Adicionalmente, su comprensión es susceptible de diversos grados de formalización, que van desde el conocimiento empírico de algunas regularidades de la flotabilidad de los cuerpos hasta el manejo matemático de los principios de Bernoulli y Pascal. Finalmente, una sólida comprensión del concepto de presión es condición para la posterior construcción de conocimientos en áreas como la neumática y la mecánica de fluidos.

Sin embargo, la selección del dominio y el concepto específico generó no pocas reacciones en el equipo: *“Confieso que la palabra investigación no deja de causarme un poco de temor y angustia –escribe la profesora Luz Marina Rodríguez, docente a cargo de segundo de primaria– ya que ser investigador era sólo para algunas personas privilegiadas. Esta fue la buella que me dejó el pregrado, pero afortunadamente en la maestría pude tener otra visión de la investigación, pues poco a poco, con mucho respeto me fui acercando y apropiándome de ella. Al escuchar la propuesta, me interesó bastante, pero a su vez me generó un poco de pánico, por los temas de física, ya que en mi vida estudiantil la física no era mi fuerte”*

El coordinador académico Fernando Sarmiento narra así esa primera fase del proyecto: *“Estábamos listos, pero veía un gran inconveniente, que al mismo tiempo era una gran oportunidad: cada uno estaba pensando en formas muy distintas para abordar la investigación y no estábamos de acuerdo sobre aspectos fundamentales como el concepto de ciencia, la naturaleza del pensamiento de los niños y adolescentes y menos aún el conocimiento que necesitaba la mayoría del grupo no experto en física para comprender el tema a experimentar”* Excepto los profesores de física, los participantes restantes teníamos una comprensión muy intuitiva del concepto de presión, aunque todos reconocíamos la necesidad de desarrollar estrategias novedosas en la enseñanza de las ciencias. Decidimos, entonces, dedicar la primera fase del proyecto a una socialización de los conceptos de física relacionados con la presión. Así, con la ayuda de los docentes de física, y en particular del profesor Harold Machado, emprendimos la tarea de hacernos a una comprensión básica, aunque funcional, del tema.

Dedicamos muchas reuniones a una revisión de los conceptos y principios implicados en los fenómenos de presión. Realizamos varias de las

experiencias de laboratorio que los mismos estudiantes efectuaban en el aula

"La experiencia en el laboratorio con los compañeros de física fue muy enriquecedora, especialmente por las caras de satisfacción, admiración en unos casos y desconcierto en otros, acompañadas por una sensación de inseguridad e incertidumbre", relata al respecto Fernando Sarmiento Dichas reuniones rindieron sus frutos, como la misma profesora Luz Marina testimonio. *"Conviene señalar que los vacíos que tenía en física, poco a poco, se fueron quedando atrás, ya que en cada reunión de investigación, con los aportes de los compañeros y expertos, el intercambio de la experiencia cada vez era más rico y provechoso, lo cual me permitió despejar algunas dudas"* Las experiencias de Fernando Sarmiento y Luz Marina Rodríguez coinciden con la vivencia de Myriam Martínez, una profesora de transición quien se unió al equipo luego de algún tiempo: *"Cuando, en un principio, realizábamos toda una serie de lecturas que nos ambientaban acerca del propósito de nuestra investigación y llegábamos a la próxima sesión con la intención de comentar lo leído y discutir sobre ello, sentía mucho temor de hablar, de participar en las charlas del grupo sobre los temas estudiados y prefería permanecer callada. Poco a poco, al sentirme segura de lo que hacía y gracias a la colaboración y el apoyo del equipo, a la oportunidad de relacionarme con otros compañeros de otras disciplinas, de escuchar sus puntos de vista desde otras miradas del conocimiento, logré vencer esa dificultad que me impedía poner sobre la mesa lo que pensaba acerca de lo que leíamos y hacíamos".*

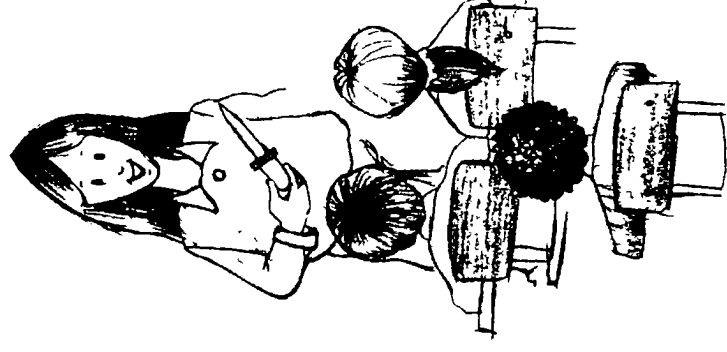
Uno de los productos de nuestro aprendizaje sobre el tema de presión fue el diseño de un instrumento que nos permitiera evaluar las concepciones espontáneas que los niños tenían sobre el fenómeno. Las respuestas de los niños fueron sorprendentes y variadas. Por ejemplo, al preguntárseles por la diferencia entre presión y fuerza algunos estudiantes de sexto grado

respondieron: "La presión amarra el agua y la fuerza la expulsa", "presión es lo que se ejerce con líquidos y la fuerza con lo demás", "la presión es la fuerza que se le hace a un punto en área". Los niños de primaria no se quedaron atrás y se arriesgaron a proponer diferencias entre los conceptos, uno de ellos nos dijo: "La presión es algo que presiona, por ejemplo, los papás a uno lo presionan, que haga esto, que haga tal. o a veces los niños presionan para que le den plata; la fuerza es algo duro, para hacer fuerza, por ejemplo, algo duro, algo que es muy pesado y uno tiene que hacer fuerza". La variedad de las respuestas de los niños implicó un arduo trabajo de categorización y análisis.

Sin embargo, un tema llevó a otro. Aunque existía un consenso sobre el concepto de presión, surgieron otros temas de debate. Entre ellos, cabe mencionar la concepción misma de ciencia y el desarrollo del pensamiento científico en los niños. Dichas inquietudes nos obligaron a embarcarnos en un prolongado examen de la significación de la ciencia en la educación primaria, de la naturaleza misma de las prácticas científicas y de la relación entre el desarrollo cognitivo y el pensamiento científico.

En retrospectiva, el tenor de los debates demuestra cómo, a pesar de existir perspectivas compartidas sobre la ciencia, la cognición infantil y la pedagogía en general, en el grupo existían desacuerdos puntuales acerca de temas que eran auténticos pilares del proyecto. ¿Es razonable comparar al niño con un científico? ¿Debe esperarse hasta que el niño desarrolle las operaciones formales para que se le instruya en ciencia? ¿Qué tipo de conceptos manejan los niños? ¿Es deseable enseñar ciencia a niños pequeños?

Sería ilusorio suponer que todos los desacuerdos fueron resueltos, pero pudimos llegar a acuerdos de trabajo sobre los fundamentos de nuestra



innovación. Coincidimos en que la ciencia es una actividad social y que el conocimiento científico es un resultado del debate y la argumentación, y concluimos que la lógica científica es asequible a niños de todas las edades, aunque con diferentes niveles de complejidad, y que la racionalidad científica no se opone a otras formas de conocer y actuar en el mundo, como la narrativa y la imaginación.

Diseñando ambientes de aprendizaje

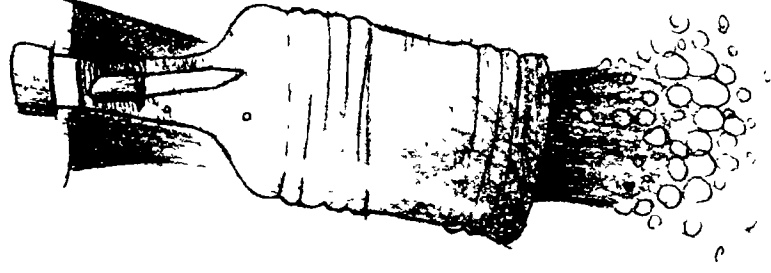
La tarea por delante era, entonces, el diseño de los ambientes de aprendizaje. El diseño de las tareas impuso otra dinámica en el proyecto. Era necesario dejar a un lado el debate sobre las cuestiones de principio e identificar situaciones que permitieran el desarrollo del pensamiento científico en condiciones de interacción social. Nos propusimos generar ambientes de aprendizaje que implicaran actividades que: *a)* resultarían empujadas para los estudiantes; *b)* que permitirían explorar las hipótesis y explicaciones de los estudiantes; *c)* que brindarían a los estudiantes apoyo cognitivo para proponer posibles experimentos que generarán evidencia a favor o en contra de las hipótesis y explicaciones formuladas; *d)* que involucrarán condiciones objetivas de experimentación, es decir, la tarea debía estar diseñada de manera que los estudiantes pudieran modificar la situación dentro de ciertos parámetros y recolectar sus propios datos, y *e)* que permitirían la evaluación de las evidencias en su relación con las hipótesis y explicaciones propuestas.

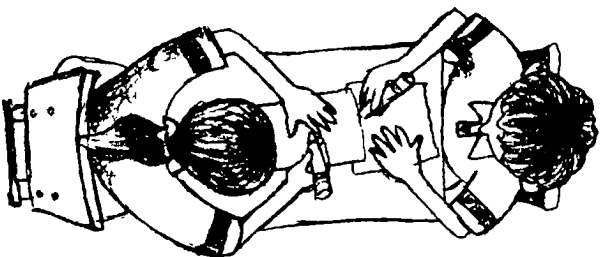
La fase del diseño de las actividades propiamente dichas fue una de las más interesantes del proyecto de innovación. No pretendimos diseñar ac-

tividades completamente originales, sino partir de experiencias conocidas y reorientar las prácticas pedagógicas de manera que favorecieran un aprendizaje integral de la ciencia. El diseño de actividades, en palabras de la profesora Myriam Martínez, implicaba *“preparar la actividad, pensando muy bien cuál era su objetivo central antes de implementarla en el aula, analizarla para saber si era o no conveniente llevarla de determinada manera y dominar en cierta forma el tema que se desarrollaba”*. En una de las reuniones del equipo surgió la pregunta acerca de qué origina la fuerza de flotación que experimentan los cuerpos total o parcialmente sumergidos en fluidos. Nuestra discusión terminó motivándonos a desarrollar los ambientes de aprendizaje en el contexto de los fenómenos de flotación.

Con la asesoría del profesor Hildebrando Leal, diseñamos una primera actividad para los niños de primaria, cuyo propósito era familiarizarlos con las propiedades del agua. Para sorpresa nuestra, los niños más pequeños se interesaron espontáneamente por la flotabilidad de los cuerpos. La segunda actividad estuvo basada en el conocido ‘buzo de Descartes’. Como se recordará, el buzo de Descartes consiste en una botella de plástico llena de agua, en la que se introduce un gotero de vidrio (el buzo) y luego se tapa. Cuando se presiona la botella con las manos, el gotero se hunde, y cuando se deja de presionar, el gotero sube.

A diferencia de la experiencia que se realiza en muchas aulas de ciencias, nuestra actividad le exigía a los estudiantes realizar transformaciones del artefacto para recolectar evidencia relevante a las explicaciones e hipótesis propuestas. Luego de modificar la botella de una u otra forma, los estudiantes se embarcaban en debates sobre la explicación del fenó-





meno observado. Una ilustración espléndida de cómo los niños modificaron experimentalmente el buzo para poner a prueba sus conjeturas es el siguiente diálogo entre la docente Myriam Martínez y sus estudiantes de preescolar.

Myriam. *Muy bien, ahora vamos a ver y vamos a pensar qué es lo que pasa con el gotero cuando apretamos la botella, cuando presionamos, qué pasa con el gotero, pensamos. ¿Si escucharon la pregunta? ¿Qué pasa con el gotero cuando presionamos la botella? ¿Quién puede decir algo? A ver, Irene.*

Irene. *Cuando se aprieta la botella el agua se mete en el gotero, que se baja y cuando se baja se engorda el gotero y se sube el agua, se mete en el gotero y eso lo baja*

Myriam. *¿Qué pasa con el aire dentro del gotero?*

Irene. *Se hace más pequeño, se encoge*

Carlos. *Cuando el gotero se llena, pesa y se baja*

Myriam. *La mayoría de ustedes decían que el peso del agua era lo que hacía bajar el gotero. Ahora, si se quisiera saber que no es el peso del agua lo que hace bajar al gotero, ¿qué podríamos hacer?*

Carlos. *Taparle el hueguito.*

Myriam. *¿Por dónde entra el agua al gotero?*

Carlos. *Por un hueco, por allí entra el agua al gotero.*

Myriam. *¿Qué se podría hacer para que no le entre agua al gotero?*

Carlos. *Taparlo*

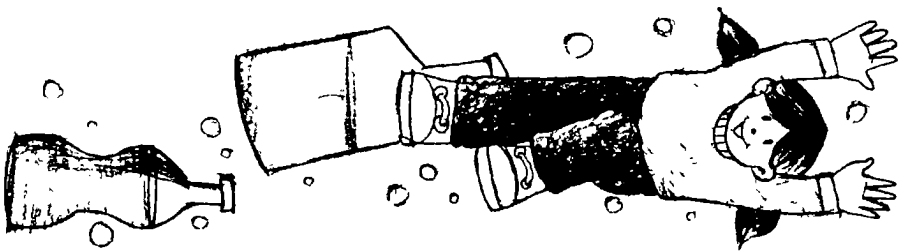
Irene. *Si se tapa el hueguito, no entra agua y no se baja porque no está cogiendo peso. Como no puede entrar el agua (el gotero) no coge peso, luego no se puede bajar y se queda arriba.*

Como puede verse, son los propios niños quienes propusieron modificar el aparato para descartar la hipótesis del peso. El buzo de Descartes se

había convertido para ellos no sólo en una fuente de asombro, sino también en una herramienta de conocimiento

De manera muy coincidente, el profesor Harold Machado relata así su experiencia con el buzo de Descartes:

La actividad de construcción del buzo de Descartes y la discusión de los principios físicos que sustentan su funcionamiento fue todo un éxito. Dirigí la actividad en dos grupos de bachillerato donde la riqueza de la plenaria fue amplia y variada. La actividad tenía como objetivo colocar a los niños frente a una situación de carácter científico enmarcada en el dominio de la hidrostática. Se trataba de observar la forma como los niños conjeturan, establecen hipótesis, prueban la veracidad de las mismas y, sobre todo, se enfrentan a un grupo que posee opiniones variadas sobre un tema. Los alumnos propusieron hipótesis muy interesantes para explicar por qué, cuando se hace presión sobre la botella llena de agua, el gotero que está en el interior, se hunde. En séptimo grado, un niño decía que el fenómeno se debía a que al presionar la botella, el agua al no tener más espacio a dónde ir (porque la botella estaba cerrada), se dirigía al interior del gotero, haciéndolo más pesado y hundiéndolo. Esta explicación es aparentemente correcta y, de hecho, en muchos libros se encuentra en palabras muy similares, pero cuando me dediqué a indagar por medio de preguntas, pude darme cuenta de que para el niño, el aire atrapado en el interior del gotero, responsable de la variación de la fuerza de flotación, estaba siendo completamente ignorado. Encaminé, entonces, la discusión hacia la presencia y compresibilidad del aire, porque la aceptación de la explicación, aparentemente correcta, lleva a la conclusión de que 'lo pesado se



hunde', por esta razón, presenté como contra-ejemplo el hecho de que los barcos son muy pesados y, sin embargo, normalmente no se hundan

Como puede verse, la actividad no se limitó a una simple demostración didáctica, ni la puesta en común de las ideas de los estudiantes, a una sucesión inconexa de participaciones (por interesantes y valiosas que ellas fueran). En palabras del profesor Alvaro Ignacio Lemus: *"La gran variedad de opiniones sobre las explicaciones hubiera distraído la finalidad de la actividad, pero gracias a la forma como el docente que la dirigió fue encargando al estudiante con nuevos cuestionamientos, el estudiante pudo contrastar su opinión con las opiniones de otros y llegar rápidamente a una conclusión, que para muchos fue causa de otras preguntas"*

La actividad del buzo de Descartes se llevó a cabo también con los niños de pre-escolar, segundo y cuarto de primaria. A pesar de los temores de algunos de nosotros, el fenómeno fue de gran interés para los niños. La profesora Myriam Martínez comenta al respecto:

"El hecho de haber introducido este tema en el aula me hizo caer en cuenta de que a los niños también se les puede llevar temas que no necesariamente son de su entorno próximo. Se tiene la tendencia a subestimarlos y a pensar que no son capaces de comprender, porque su edad no se los permite. Pero al presentarles temas de una manera lúdica y permitirles la experimentación, encontré que se motivaron tanto que llegaron a dar explicaciones sobre el por qué de un fenómeno. Algo bien interesante es que los resultados que esperaron a surgir de las actividades que se planteaban a los niños le dieron un vuelco a mi actitud. Nunca imaginé que estos niños cambiaran mi posición frente a este trabajo. Lo que ellos opinaban empezaba a ser tan significativo, que me fui entusiasmando al punto de sentir emoción después de cada actividad"

Las dos actividades restantes que implementamos se refieren a la construcción de embarcaciones y a la 'carga límite' de barcos. Estas actividades, ubicadas también en el dominio de la flotación, involucran la activa participación de los estudiantes en el diseño de objetos, en su planeación y, desde luego, en la explicación científica de los fenómenos observados

Registrando las interacciones entre maestros y estudiantes

Con el grupo, acordamos que todas las actividades implementadas se registrarían en video y que posteriormente se analizarían. Estábamos especialmente interesados en documentar, con gran detalle, cómo procede el maestro, cómo proporciona andamiaje a los estudiantes, cómo presenta la tarea, cómo favorece la discusión y la argumentación entre ellos, cómo da a entender que la experimentación y, en general, la lógica científica reportan beneficios a la hora de explicar un fenómeno problemático. Esto implicó la presencia de observadores en el aula y de quienes tenían bajo su responsabilidad la filmación de la actividad

La sola presencia de observadores en el aula fue una experiencia novedosa y en alto grado coherente con lo que nosotros mismos pedíamos a los estudiantes que hicieran, es decir, volver pública la evidencia que fundamenta sus argumentos. El profesor Harold Machado lo expresa así: *"Una de las habilidades, de difícil logro para el maestro es la aceptación del ingreso de instrumentos de registro (grabadoras, cámaras) y la presencia de observadores externos que van a opinar sobre la acción del profesor. Sé que es importante tener otros puntos de vista, pero no es fácil eliminar los temores y aceptar las críticas"*. Por su parte, la profesora Myriam Martínez señala: *"He aprendido también a escuchar, a recibir críticas a mi trabajo, a saber que no*

puedo cerrarme y que de los demás puedo aprender; que debo tener en cuenta el punto de vista del otro, porque está viendo mi trabajo desde otra óptica y puedo recibir de él, en un momento determinado un consejo que haría que tenga mayor éxito en mi propósito”

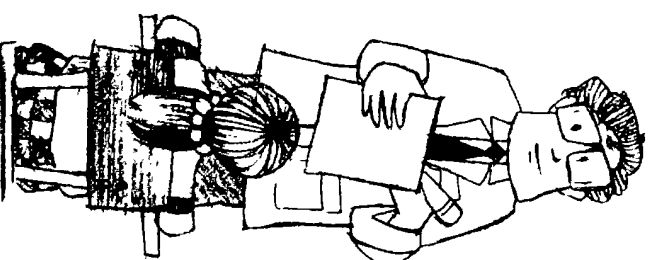
Reflexiones finales

Nuestro objetivo fundamental fue diseñar ambientes de aprendizaje que les permitieran a los estudiantes una aproximación a la ciencia como una aventura del pensamiento, pero también como una actividad social. A pesar de las dificultades, intentamos diseñar actividades con un claro propósito experimental, en las que los niños pudieran transformar las situaciones y controlar los fenómenos para respaldar sus conjeturas explicativas. Procuramos crear condiciones que facilitarían auténticos debates y la evaluación de explicaciones. Decidimos insistir en la necesidad de acompañar las prácticas de experimentación con prácticas que representación o inscripción que llevaran a los niños a medir, registrar y graficar como una estrategia para comparar significados y referentes

¿Qué nos queda de este proyecto? Por un lado, coincidimos en que el proyecto nos ofreció un espacio de discusión y la posibilidad de un trabajo genuinamente interdisciplinario. Tenemos la certeza de que las innovaciones pedagógicas son empresas de largo aliento, que requieren una lenta decantación de intereses, de la conformación de grupos estables de investigación y de la creación de comunidades de aprendizaje en el contexto de las instituciones educativas. Obviamente, para ser un maestro investigador se requiere de una posición crítica y abierta al debate, pero, también, de un frondoso respaldo institucional, que se traduzca en espacios académicos,

punto de
él, en un
tito".
zaje que
omo una
al. A pe-
o propó-
situacio-
plicativas.
y la eva-
compañar
ón o ins-
como una
en que el
un trabajo
innovacio-
una lenta
s de inves-
ontexto de
investigador
bién, de un
académicos,

recursos pedagógicos y reconocimiento profesional. En tal sentido, ser un maestro investigador es menos un asunto de actitud en abstracto y más un asunto relacionado con nuestra competencia y posibilidad para participar en comunidades de argumentación y análisis. Por otra parte, el proyecto nos exigió examinar con lente de aumento actividades que usualmente se toman de los libros de texto o los instructivos curriculares y que, en razón del escaso tiempo de que disponen los maestros, pasan sin ser analizadas. Lo que distingue a un maestro investigador es el grado de descripción de su práctica pedagógica, la manera como el maestro investigador vuelve sobre su experiencia y la explicita. Finalmente, el proyecto nos permitió darnos cuenta de hasta qué punto nuestra forma de enseñar ciencia depende de la riqueza de nuestra propia concepción de lo que la ciencia es y de la manera como piensan y actúan los niños



Referencias

Aprendizaje del concepto de presión

- SÉRÉ, M. Children's Conceptions of the Gaseous State, Prior to Teaching. *En* : European Journal of Science Education, 8, 4, 1986, pp. 413-425.
- SÉRÉ, M. El Estado Gaseoso. *En* : R. Driver (Ed.), Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid : Morata, 1989
- STAVY, R. Conceptual Development of Basic Ideas in Chemistry. *En* : S. M. Glynn & R. Duit (Eds), Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice. Mahwah, NJ Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

Aprendizaje y enseñanza de las ciencias

- KAUFMAN, M, & FUMAGALLI, L (comp) Enseñar Ciencias Naturales: Reflexiones y Propuestas Didácticas. Buenos Aires : Paidós Educador, 1999
- LEMKE, J. Aprender a Hablar Ciencia. Lenguaje, Aprendizaje y Valores. Buenos Aires : Paidós, 1997.
- PUCHE-NAVARRO, R, Formación de Herramientas Científicas en el Niño Pequeño. Arango Editores : Bogotá, 2000.

Argumentación y explicación en el aula

- FORMAN, E., & LARREAMENDY-JOERNS, J. Making Explicit the Implicit Conversational Implicatures and Classroom Explanations. *En* : Mind, Culture and Activity, 5, 2, 1998, pp. 105-113
- LARREAMENDY-JOERNS, J. Interacción Social, Argumentación y Aprendizaje de las Ciencias. *En* Alegría de Enseñar, 32, 1997, pp. 28-33.

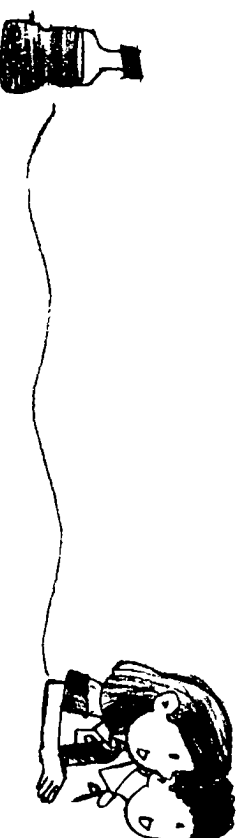
LEHRER, R, SCHAUBLE, L, & PETROSINO, A Reconsidering the Role of Experiment in Science Education. En · K. Crowley, C D Schunn, & T Okada (Eds.), *Designing for Science: Implications from Everyday Classroom, and Professional Settings*. Mahawah, NJ · Lawrence Erlbaum, 2001.

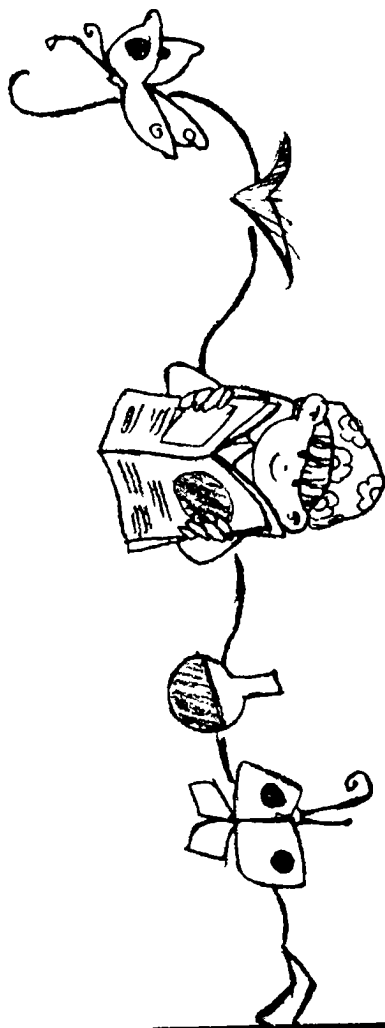
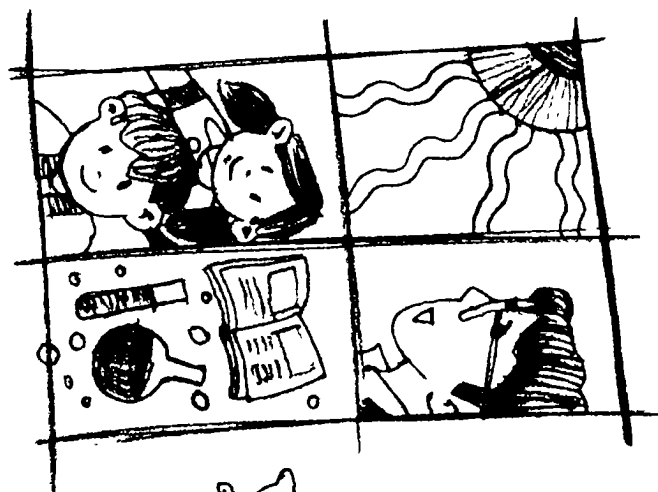
Concepciones de la ciencia

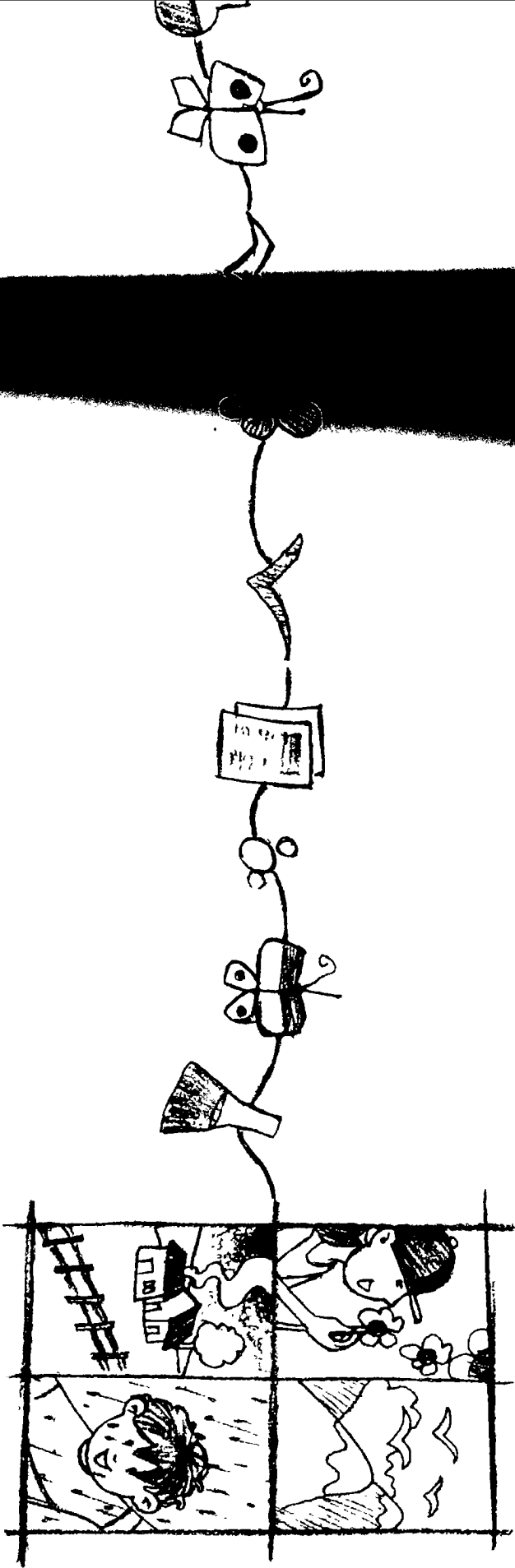
CAREY, S., & SMITH, C On Understanding the Nature of Scientific Knowledge. En · *Educational Psychologist*, 28, 3, 1993, pp 235-253.

FOUREZ, G. *La Construcción del Pensamiento Científico*. Madrid · Narcea, 1998

LONGINO, H E. *The Fate of Knowledge*. Princeton, NJ : Princeton University Press, 2002.







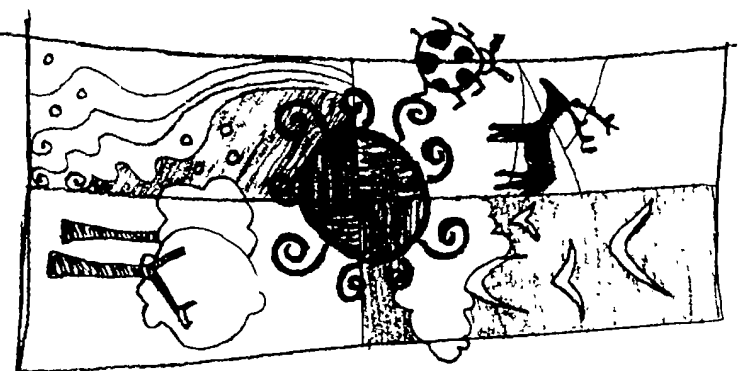


DE LA PREGUNTA AL PROYECTO

Maestros Innovadores: Sonia Martínez, Aurora Bernal, Alberto Gómez, Edelmirra Ortiz, Sara Zafra, Sandra Ximena Ibañez, Marián Pedraza, Miryam Victoria Ocaña y Guillermo Fonseca.
Experta acompañante: Judith Arreia Vargas, Profesora Universidad Pedagógica Nacional.
Experiencia en red: Universidad Pedagógica Nacional, Grupo Biología Enseñanza y Realidades, CED Miguel Antonio Caro, CED El Salitre, CED Tababugas, Instituto Ciudad Jardín del Norte.

En este proyecto de innovación nueve maestros con sus estudiantes de varias instituciones de Bogotá y con el apoyo de varios practicantes, nos aventuramos a problematizar la enseñanza del ámbito ecosistémico a través del modelo didáctico del aprendizaje por investigación. La implementación de la propuesta generó diversos proyectos de aula para grado sexto, que adaptaron el modelo a las inquietudes y explicaciones de los niños considerando el contexto de cada una de las instituciones. Preguntas como: *¿De dónde venimos, y por qué nos morimos? ¿Cómo evitamos la contaminación del Cerro La Conguera?,* sirvieron para desarrollar los proyectos de los estudiantes.

Estos proyectos incluyeron formulación de preguntas, emisión de hipótesis, identificación de variables, formulación de diseños experimentales, y elaboración de informes, que buscaron desarrollar logros conceptua-



les, actitudinales y procedimentales como elementos constructivos de las actitudes y del pensamiento científico. A continuación presentamos las experiencias de aula sobre situaciones compartidas, en torno a nuestro trabajo de innovación

¿Quiénes son nuestros niños?

“Maestras y practicantes nos encontramos con 43 niños con edades entre los 10 y 12 años, característica que los hace inquietos, expectantes frente a su nueva condición, pues inician secundaria y pasan de ser los ‘grandes’ de la primaria a ser los pequeños del bachillerato. Son de estratos 1,2,3, sus padres trabajan en construcción, mecánica, jardinería, y sus más en servicio doméstico, como vendedoras o son amas de casa. Habitan en el barrio Tibabuyes Universal y pertenecen a la localidad 11, Suba”

Es posible implementar este proyecto, si se reconoce la escuela como un escenario donde las relaciones entre los actores son importantes para generar ambientes de aprendizaje y de convivencia. Sin embargo, en los primeros encuentros con los estudiantes, hay agresividad física (puños, pellizcos, halar el cabello) y verbal (gritos, vocabulario soez) que entorpecen el desarrollo de la clase. Frente a esta situación, se lleva a los niños a tomar conciencia y a generar nuevas actitudes con los compañeros. Las preguntas, “*¿Por qué en algunos momentos soy pebetas y respondo con agresividad?*” “*¿Ser pebetas o agresivo es importante para aprender ciencias?*” “*¿Ser pebetas o agresivo me molestan, porque me tratan mal, porque mi mamá y mi papá se pelean, no me deja. Ser pebetas o agresivo, no es importante para aprender ciencias, eso es ser indisciplinado..., sí porque pensar en la pelea no me deja atender.*”

La profesora señala. "Esta situación me preocupa, pero no es obstáculo para iniciar el proyecto, por el contrario, potencia la el ámbito ecosistémico, entendiendo que en éste, al igual que en el social, existen relaciones favorables o no que modifican el equilibrio natural. No insisto en cambiar drásticamente este ambiente, es el ambiente de la clase que va generando adaptaciones a la dinámica del proyecto, desde las reglas 'de oro' acordadas por el grupo. escuchar al otro cuando habla, es decir, respetar su palabra; no hacer cosas que le molesten al otro; no pegar, no bromas, no regaños, no empujarse, no decir groserías, hacer las tareas para socializarlas y enriquecernos"

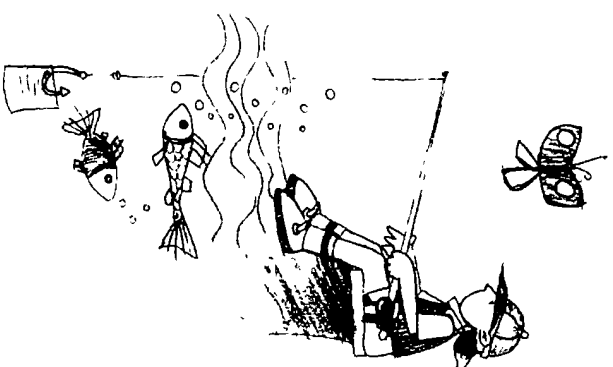
Punto de partida

En un curso, con la realización de un dibujo, se inicia el recorrido por el ecosistema la mariposa y el pez se encuentran en él. Por parte de los niños surgen preguntas y explicaciones: "Si el pez tiene escamas, ¿qué tienen las mariposas en sus alas?" Y se responden: "Las alas tienen como pelos, colores, piel, dibujitos, las escamas tienen huecos, bolitas transparentes"

A partir del reconocimiento de preguntas y sus explicaciones, se avanza en la implementación y contrastación del modelo de aprendizaje por investigación, es decir, se involucra al niño en procesos de indagación, comprensión, consulta, comprobación y explicación.

Surge la inquietud. ¿Cómo establecer relaciones entre las escamas y las alas? Los niños responden "Utilizar la hipótesis, buscar en libros, en Internet, en enciclopedias, tomar una mariposa y las escamas de un pez y mirarla al microscopio"

En la socialización de la consulta, se lee "Las alas de las mariposas tienen escamas" Surge una nueva pregunta. ¿Las escamas de las mariposas son iguales a las del pez? Se planean dos laboratorios ¿Qué se necesita? Mariposas, escamas



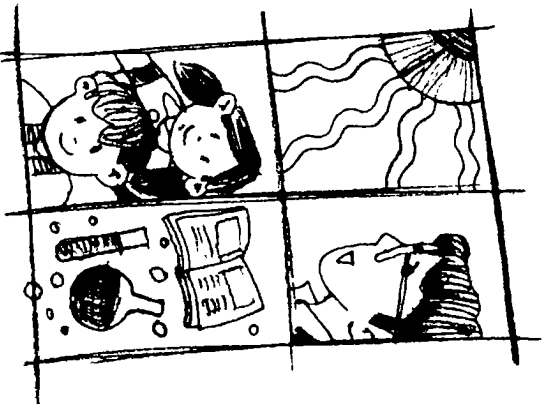
de pez y microscopios. Dos estudiantes se comprometen a traer las mariposas y las escamas.

A través del proceso que desarrollaron los niños, se comprueba que existe una relación entre los organismos de un ecosistema. Estas relaciones se establecen a partir de las diferencias y semejanzas, como el caso del ala y de la escama. Este proceso posibilita en los niños la construcción de conceptos sobre relaciones que hay en el ecosistema, adaptación de los organismos al ambiente, factores constructivos del ecosistema, diversidad de los seres vivos. Ellos señalan. *"Adonde vamos siempre encontramos seres vivos plantas y animales, e inertes como el sol, el agua, el aire y el suelo que son importantes en un ecosistema. Las escamas en el pez y la mariposa sirven de protección, en el pez producen un moco que sirve de protección, en la mariposa producen olores que les sirven para protegerse de los depredadores"*

La innovación continúa con una visita al humedal Juan Amarillo, cerca al Colegio para reconocer su contexto, generar curiosidad y deseo de conocerlo. La dinámica de la clase en torno al Humedal, al lado de las prácticas de laboratorio y salidas ecológicas, sirvió de base para el desarrollo del proyecto. Las preguntas *¿Qué tienen por dentro los tallos del diente de león y el hulo de perro?, ¿la clorofila da el color a los pétalos?, ¿a qué temperatura crecen estas plantas?*, estimulan continuar con el proceso.

Vivencias de aprendizaje

Dado el grado de desarrollo en los procesos de investigación de los estudiantes, fue pertinente que manipularan e interactuaran con objetos de estudio, que se preguntaran por los fenómenos, organismos o eventos que



suceden a su alrededor, por lo obvio, por lo que se cree ya es conocido. El maestro utilizó estrategias para hacer partícipes a los estudiantes de vivencias de aprendizaje salidas de campo, montajes experimentales, seguimientos de ciclos de vida de organismos, comparaciones de comportamientos de algunas especies

En el CED El Salitre los estudiantes tienen la posibilidad de interactuar en un ecosistema, el Cerro La Conejera. Para comprender cuál es el nuevo sentido de estudiarlo, éstos reflexionan lo que consideran que es investigar. *"Consultar en diferentes lugares, libros, personas diccionarios, averiguar cómo es, de qué se constituye, cuántas partes lo conforman, es cómo profundizar un tema más a fondo para saber de qué se trata"*, visión que se modifica durante la innovación.

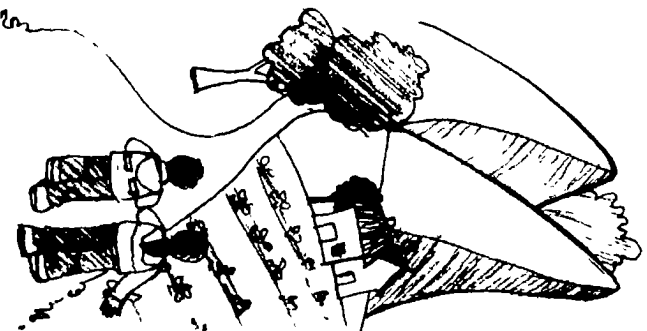
"Investigar es buscar respuesta a nuestras preguntas, es un proceso para contestar una pregunta y debe tener pasos como pregunta, hipótesis, consulta, experimento, rutas de solución, socialización. Es una forma divertida de aprender, es hacer todo lo posible y necesario para inventar o descubrir una cosa"

Los estudiantes desarrollan la clase en el ecosistema vecino. Luego de recorrerlo y de disfrutarlo, se comprometen a investigarlo. Cada grupo se muestra curioso por lo que sucede en este ambiente que forma parte de su localidad, pero que no había tenido la oportunidad de constituirse en una vivencia de aprendizaje. Se cuestiona sobre algo que les llamó la atención, frente a lo cual surgen preguntas: *"¿Hay algunas plantas en el Cerro que son comestibles?, ¿por qué hay plantas vivas que crecen en plantas muertas?, ¿por qué hay troncos secos que botan savia?, ¿qué debemos hacer para evitar la contaminación del Cerro de la Conejera?, ¿cómo se llama la planta con aroma de chocolate?"*

La visita al Cerro

Como las preguntas surgieron de la visita al Cerro, los estudiantes decidieron darle un nombre al proyecto del curso "El Cerro, una fuente de vida". Cada grupo de estudiantes delimitó un espacio de seis metros cuadrados. El procedimiento, que parecía obvio, "Delimita un terreno de seis metros cuadrados y haz un plan de trabajo para ello, cuenta y dibuja los factores bióticos y abióticos, establece relaciones entre ellos", no era claro para los estudiantes. Surgen diversas situaciones de aprendizaje: diseño de un plan de trabajo y lo que para cada grupo significa, el trabajo en grupo y su organización, qué materiales utilizarían, cómo delimitarían el terreno, cómo entregar el informe, quién dibujaría y qué utilizan para ello. Esta actividad permitió que los estudiantes trabajaran en el salón, en la biblioteca, y que preguntaran a sus profesores. El compromiso era socializar el trabajo realizado a sus compañeros, en una fecha acordada.

En la primera parte, "delimita un terreno", los estudiantes no realizaron el plan de trabajo, pero llevaron materiales como: palos, pita, cinta, colores, regla, palas, palustres, metro, marcadores, hojas, con los cuales delimitaron el terreno de diversas formas. A la pregunta: "¿Cómo delimitas el terreno de 6 m²?", respondían: "Cogemos el metro y medimos seis metros como armando un cuadrado, es decir, cada lado tiene seis metros y luego cogemos la pita y encerramos el terreno"; O, "cogemos una pita y la medimos hasta que nos dé seis metros; es decir, en cada lado del terreno mide un metro", o "delimitamos el terreno en forma que nos quedara rectángulo, que mide base y altura y comprobamos que de base es 6 m y de altura 2 m y nos dio 12 m después dividimos por 2 y nos dio 6 m²". Terminado el ejercicio, los grupos se dieron cuenta que todos los terrenos delimitados eran diferentes. A la pre-



gunta si el área era igual, los estudiantes contestaron que no, pues cada uno lo había hecho de manera distinta. Esta actividad hizo que cada grupo argumentara cómo había calculado el área, lo que permitió revisar conceptos de área, perímetro, metro lineal, metro cuadrado, las fórmulas para calcular el área de figuras geométricas y, sobre todo, la importancia de un *plan de trabajo* para realizar procesos de investigación.

Luego de esta revisión, que tomó cuatro clases, los estudiantes entregaron su *plan*, donde se vio lo que habían aprendido. Luego se clasificaron los factores que allí había. Cada grupo inició con la solución de sus preguntas, y formuló hipótesis de trabajo en relación con cada pregunta. Algunas de las hipótesis fueron: "La planta con aroma de chocolate se llama chocolate, ya que en la cartilla aparece una planta común llamada chocolate, [...] hay 40 plantas diferentes en el terreno. Creemos que las plantas se reproducen sobre otras porque hay árboles que tienen algo especial donde otras plantas pueden reproducirse, la contaminación del Cerro la hacen algunos estudiantes en el descanso." Enseguida exploraron conceptos como ecosistema, red trófica, productor, consumidor, biomasa, autótrofo, heterótrofo, constitución interna y externa de las plantas, taxonomía, equilibrio ecológico, hábitat, nicho, entre otros del ámbito ecosistémico.

Durante el proceso, cada grupo realizó un trabajo experimental para comprender su proyecto y, en algunos casos, generalizar: "Recoger todos los contaminantes del Cerro, clasificarlos, y analizar cuál es el elemento más contaminante" "En un frasco, colocar unas plantas y quemar papel, plástico, cartón y observar que sucede" "Ir al Jardín Botánico y preguntar cómo se llama esta planta" "Sembrar un quiche en el suelo para observar si allí, al igual que el tronco, sobrevive" "Colocar



plantas en diferentes frascos, a una de ellas colocarle luz artificial y a otra luz natural para observar como afecta el tipo de luz.”

Periódicamente, cada grupo socializaba sus avances. Para ello construyeron mapas relacionales, murales, textos. A partir de las socializaciones, el maestro y los estudiantes aclararon dudas, ampliaron informaciones, trabajaron textos científicos, se revisaron y reconstruyeron los diseños experimentales.

Las sucesiones ecológicas

En el Colegio Miguel Antonio Caro, se abordó la pregunta. *¿Qué hace que un ecosistema se destruya?* La profesora señala. *“Algunas de las respuestas se basaban en fenómenos naturales como derrumbes, erupción de volcanes, desbordamiento de los ríos, avalanchas, temblores, maremotos; [...] entonces, cada uno, desde su vivencia, aporta. Este grupo relacionó esta problemática con la catástrofe del volcán del Nevado del Ruiz, ya que uno de los niños comentó que su padrastro vivió la tragedia que ocasionó la destrucción del pueblo, la muerte de sus habitantes y la pérdida de los diferentes ecosistemas aledaños.”*

Respecto al problema, maestra y estudiantes lo construyeron en conjunto. *“¿Cómo se destruye y reconstruye un ecosistema?”*, planteando distintas rutas de solución, entre otras: reconocer las hipótesis en torno a la reconstrucción natural de los ecosistemas. Los niños aclaran. *“No todos los animales se murieron, por lo que se crugaron y se reprodujeron los pájaros, los insectos; los restos de cadáveres dejaron material orgánico en el suelo, sin embargo, cuando ya todo era esterilidad en el suelo, por algunas semillas empezó a crecer el pasto y algunas plantas, por esto empezó a crecer una comunidad entre los animales”*. La mayoría de los estudiantes basaron sus hipótesis en la idea que la materia orgánica permi-

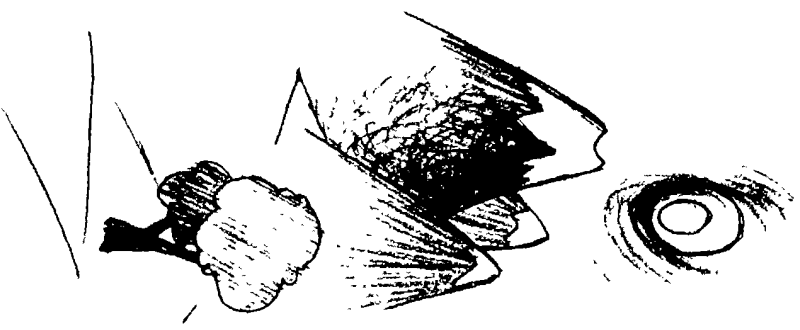
tó a las plantas volver a nacer, aspectos que se constituyeron en punto de partida para introducir el concepto de sucesión ecológica.

Para dar mayor sentido a la experiencia, los niños ven la necesidad de saber más sobre el Volcán y Armero. En un mapa de Colombia ubicamos el pueblo, el Volcán, otros nevados, e identificamos los ecosistemas aledaños. Los muchachos preguntaron en sus casas, consiguieron libros, relatos e imágenes del desastre. Lo del rescate de sobrevivientes llamó su atención, lo que dio oportunidad que en la clase unos y otros se escucharan.

Para contrastar la experiencia con la teoría, se leyeron textos y se creó un ambiente propicio para la explicación mediante ensayos escritos por los estudiantes. La maestra observó modelos desde lo afectivo, lo emocional y lo conceptual. Los niños expresaban: *"La sucesión comenzó con un ecosistema no equilibrado, por lo cual los animales comenzaron a llegar, todas las cucarachas, lombrices, peces, etc., los peces llegaban por medio de canales que se formaban; los ecosistemas que antes existían en ese pequeño pueblo, se han ido recuperando normalmente; podemos decir que ese ecosistema se reconstruyó gracias a una sucesión formada por cactus, como el del agua y del nitrógeno; concluimos que la reconstrucción natural de los ecosistemas se realiza por medio de un proceso llamado sucesiones"*

La maestra ve un avance en las construcciones conceptuales: la escritura y la argumentación oral pasan de lo espontáneo y sentido común a otras más elaboradas: *"Tengo algunas dudas: si éste era un nevado y tenía tanta altura, ¿por qué era un volcán?, será posible que haya una reconstrucción total en ese ecosistema?"*

Los niños proponen experimentos para demostrar la muerte y reconstrucción del ecosistema, con la intervención del hombre o naturalmente. Consiguen materiales, crean una idea, diseñan el procedimiento, contras-



tan, concluyen, organizan un informe escrito. Acordamos contar la experiencia y hablar de los avances en el otro curso y preparar una exposición a partir del trabajo en el laboratorio.

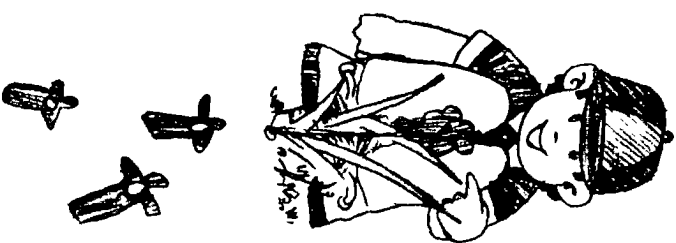
Estudiando a los seres vivos

En el Instituto Ciudad Jardín del Norte, las profesoras consideran la Innovación ". *más que implementar una estrategia didáctica para el aprendizaje de las ciencias, se constituye en la posibilidad de asumir nuevos retos, probarse a sí mismo, vislumbrar otros caminos, reflexionar sobre la práctica pedagógica y enfrentarse al cambio*" La organización de los estudiantes en grupos favorece la construcción de conceptos tomando en cuenta sus saberes previos e intereses, además de lograr cambios de actitud y pensamiento científico ". *las diferentes preguntas se constituyen en el punto de partida para dar el nombre al proyecto del curso* Los seres vivos y su hábitat, desde el cual se fueron resolviendo otras inquietudes que dieron cuenta de conceptos como evolución, reproducción, animales, plantas, hábitat, hombre y seres vivos, en general".

En torno a los seres vivos, los estudiantes se preguntan: *¿De qué se alimentan y cómo se relacionan lombriz, hámster y sapo con los demás animales?, ¿en qué casos los hongos pueden ser venenosos y cuáles son comestibles?, ¿por qué unas plantas dan fruto y otras no?, ¿por qué unas botan líquido cuando se cortan? Ante la pregunta: ¿Qué necesitamos para vivir?, la mayoría responde "un cuerpo, órganos, sistemas, tejidos, células, átomos y moléculas"; esto significa que desconocen los factores físicos como el aire, agua, suelo, así como las relaciones entre éstos y los seres vivos, es decir, para la mayoría de los estudiantes la vida se ubica sólo en el ámbito celular y organizmico, dejando de lado el ecosistémico*

En cuanto a otros aspectos, se considera importante la premisa que orienta el trabajo: "todos aprendemos de todos y todos nos necesitamos mutuamente". Las exposiciones colectivas nos invitaron a valorar el saber de los demás, escuchar, hacer observaciones, cuestionar, reconocer nuestras ideas, habilidades y modelos, el archivo en la carpeta nos permitió planear, organizar, concluir el trabajo como pequeños científicos". Frente a las preguntas: ¿Qué implica trabajar en equipo?, y ¿qué se requiere para lograrlo?, los niños manifestaron: "Trabajar en equipo es algo muy importante, implica valorar y respetar a los demás y sus ideas, participar, saber escuchar, ser honestos, saber expresarse, responsabilidad, colaboración mutua, tener confianza en los demás para hacer todo lo mejor posible".

Respecto a los espacios de socialización, cobró especial significado la presentación de los proyectos ante los compañeros del curso, a nivel instruccional ante los compañeros y profesores de otros niveles (Semana de los Saberes) y ante niños de las otras instituciones participantes (Encuentro de Estudiantes en el CED MAC). Los estudiantes mostraron buena disposición y valoración por su propio trabajo y el de los otros niños, sentido de escucha y criticidad, sin ánimo de competencia, desde el interés por participar e interactuar con otros. Desarrollaron habilidades para comunicar sus ideas y diseñaron estrategias para presentar sus trabajos. "Estuvo muy chévere porque niños de otros colegios nos escucharon, compartimos con ellos y aprendimos muchas cosas nuevas para nosotros", "me pareció muy bueno el trabajo que hicimos ya que experimentamos nuevas cosas, compartimos con otros colegios nuestras experiencias del proceso, me sentí orgullosa de mi colegio", pudimos demostrar nuestros talentos, agradeceremos la oportunidad porque intercambiamos ideas, vimos diferentes cosas y aprendimos más".

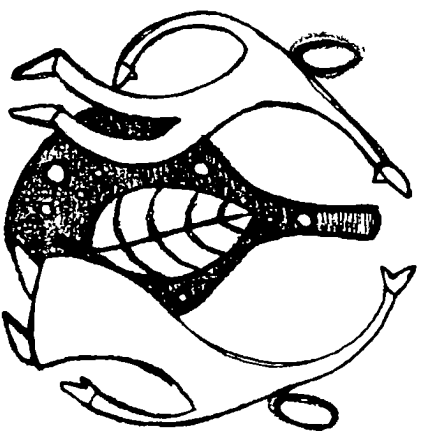


Seguimiento, autorregulación y trabajo colaborativo

Un aspecto importante que se dio durante la implementación de la innovación, fue el seguimiento y sistematización de los procesos de transformación de los maestros y su comprensión del modelo para luego adaptarlo a los distintos contextos y hacer realidad la innovación. Asimismo, hubo una adecuada orientación para la elaboración del proyecto de aula, que fue negociado entre cada profesor y sus estudiantes. El proyecto nació de cada grupo, se autorreguló a partir de sí mismo y de los participantes. Los procesos también se lograron gracias al trabajo colectivo de los maestros que trabajaron en red, sus inquietudes se resolvieron en los múltiples encuentros, seminarios y talleres para el intercambio de experiencias en donde el colega, más que un crítico, era un acompañante cuya permanente escucha obligaba a tener a punto el referente práctico escrito en el diario de campo y el teórico discutido en los seminarios, para socializar en los encuentros.

Un modelo flexible para lograr actitud y pensamiento científico

Al aplicar el modelo, tanto los maestros como los niños reconocen las fases que se deben seguir para su desarrollo. No obstante, es claro que un paso no siempre conduce al siguiente y se encuentran interrelacionados, por lo que debe entenderse como un modelo flexible. Así por ejemplo, el modelo genera, en la mayoría de los estudiantes, actitudes propositivas que los llevan a diseñar propuestas experimentales, en otros, la formulación de hipótesis presenta dificultades, lo que hace que en algunos momentos lo abandonen y realicen actividades que no aportan a la pregunta o a la com-



probación de las hipótesis. El modelo de investigación enfatiza en los procesos de pensamiento y en las habilidades procedimentales, y si el profesor se cñe a los contenidos establecidos, el modelo se desvirtúa, pues se pier- de la riqueza y la flexibilidad del proceso.

Adquiere un sentido especial la reflexión que los docentes realizamos sobre la práctica pedagógica. Los propósitos de la innovación hicieron que nos cuestionáramos: ¿Cómo desarrollar actitudes y pensamiento cien- tífico? Éstos se desarrollan en distintos niveles y grados, según los ritmos y los tiempos de dedicación y están mediados por los contextos y las experiencias previas de los estudiantes. Además tienen que ver con el grado de desarrollo cognitivo y el gusto por la ciencia. El profesor debe estar muy atento para hacer los acompañamientos adecuados a cada gru- po de trabajo en el aula.

Uno de los elementos para el desarrollo de actitudes y pensamiento científico, es reconocer el aprendizaje como un proceso idiosincrásico, que cobra significado cuando se tienen en cuenta los intereses de quien conoce. Desde esta perspectiva, la experiencia, el pensamiento y la actitud están directamente relacionados con reconocer que los comportamientos y las disposiciones de los sujetos hacia la ciencia son vías para el desarrollo de pensamiento científico.

El proyecto de innovación desarrolló actitudes científicas en los estu- diantes como interrogar la cotidianidad, consultar, buscar distintas fuentes de información, realizar un trabajo cooperativo, conservar el medio am- biente, formularse pequeños proyectos de investigación, y lo más impor- tante, afianzar una actitud de *deso* de aprender ciencias naturales.

Respecto al pensamiento científico, se evidenció su desarrollo a través de la producción escritural que realizaron los niños en relación con su proyecto de investigación, mostrándose la relación entre pensamiento y lenguaje, puesto que se trasciende el nivel especulativo para alcanzar uno argumentativo. Los niños modifican su forma de pensar desde el nivel descriptivo al explicativo, producto del desarrollo de los proyectos de aula en los cuales explicitan una situación problemática, la fundamentan y argumentan con sus ideas. A través de la experiencia del propio proceso, la contrastación teórica y los hallazgos de la experimentación, transforman su contenido y formas de pensamiento. Estas ideas, las someten a consideración de sus compañeros y maestros, quienes les aportan y amplían su significación.

En cuanto a habilidades procedimentales, los estudiantes diseñaron experimentos que contrastaron sus hipótesis, así como la comprensión y producción de textos científicos, y la explicación de modelos. Frente al problema del detenedor y desaparición de los humedales, varios estudiantes, en un primer momento, escriben: *"Que han reducido la cantidad de aves y aumenta la cantidad de personas, lo que ocasiona que estamos acabando con las aves"*. Después de haber participado en la innovación, explican. *"Estamos acabando los humedales por medio de la contaminación y el relleno, lo que ocasiona que estemos incrementando las posibilidades de inundaciones y la extinción de algunos animales"*. Estos estudiantes estarían haciendo un tránsito del período preteórico al teórico restringido; esto lo vemos en la mayoría de los estudiantes.

A partir del trabajo con los niños, como maestros comprendimos que el pensamiento científico, más allá de ser una experiencia reflexiva, implica el desarrollo de habilidades como la capacidad para observar y describir

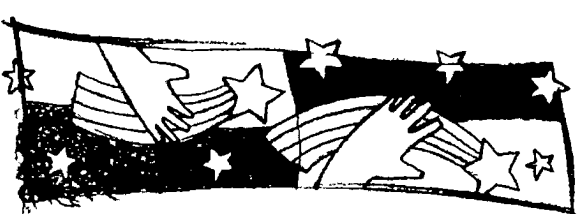
trollo a través de con su proyecto lenguaje, puesto lumentativo. Los ro al explicativo, es explicitan una sus ideas. A tra- nca y los hallaz- rmas de pensa- pañeros y maes- ntes diseñaron comprensión y delos. Frente al ramos estudian- *cantidad de aves y mudo con las aves"* *"Estamos acabando una que estamos algunos animales"* lo preteórico al udiantes. prendimos que flexiva, implica rvar y describir

objetos y fenómenos, para establecer relaciones, analizar información, organizarse, potenciar la creatividad, lo cual está asociado con el mundo de la racionalidad y de las ideas socialmente construidas. En este sentido, el papel que el docente desempeña como articulador de los procesos que se desarrollan con los estudiantes, es clave para construir ambientes educativos que propicien la transformación de las relaciones que se dan en el contexto escolar y de su práctica pedagógica.

Respecto a los conceptos, éstos surgen en relación con las preguntas que guían los proyectos de aula. Cada proyecto reconoce conceptos que le permiten explicar el objeto de estudio. El maestro no los impone de manera programática, son producto del trabajo de investigación de maestros, practicantes y estudiantes. De hecho, el concepto que emerge establece conexiones con otros, lo que permite elaborar un entramado conceptual para comprender el ámbito ecosistémico de manera significativa.

Una invitación a innovar

¿Qué implican los propósitos de la innovación frente a las maneras habituales de enseñanza de los maestros? Comprometerse con un trabajo de innovación es arriesgar las seguridades que brinda lo conocido, para ingresar a un espacio donde la ruta no es clara. Se adelanta, pero se atrasa, para nuevamente ver indicios de progreso. La innovación invita a renovar, cambiar, probar y reflexionar sobre lo que se hace y para qué se hace. Se pasa del sólo hacer para reflexionar sobre ese hacer, a veces en solitario y en otras oportunidades en compañía de otros maestros que decidieron meterse en 'problemas'. Pero la aceptación de la invitación es



voluntaria, en la medida que el compromiso es con uno mismo y con nuestros estudiantes

Se inicia la aventura queriendo mejorar las cosas en el aula. Las relaciones con los estudiantes son más cercanas, los niños trabajan con un compromiso decidido, la conversación con el otro les sirve para reorientar el trabajo, quieren la clase de ciencias, desarrollan sus proyectos con ganas, con amor, se observa un aprendizaje significativo, y su actitud es positiva. Este tipo de proyectos hace más felices a los estudiantes y a los maestros y mejora los procesos educativos en la escuela.



Referencias

- Actitudes científicas**
- ARCA, M., GUIDONI, P., MAZZOLI, P. Enseñar Ciencia. Cómo Empezar. Reflexiones para una Educación Científica de Base. Bogotá: Paidós Educar, 1990
- AUSUBEL, D. Psicología Educativa Un Punto de Vista Cognoscitivo. México: Trillas, 1978.
- CLAXTON, Guy. Educar Mentes Curiosas. El Reto de la Ciencia en la Escuela. A. Machado Libros, 2001
- COMISIÓN MUNDIAL DE CULTURA Y DESARROLLO. Nuestra Diversidad Creadora: Informe de la Comisión Mundial de Cultura y Desarrollo, 1996
- FRIEDL, A, E. Enseñar Ciencias a los Niños. Madrid Gedisa, 2000.
- FURIÓ, C., VILCHES, A. Las Actitudes del Alumnado hacia las Ciencias y las Relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En · La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria N° 9 · Horson, 1997.
- GIROUX, H. A. Los Profesores como Intelectuales. Paidós M, E, C, 1997.
- KAUFMAN, M, FUMAGALLI, L. Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y Propuestas Didácticas. Paidós Educador, 1999.
- <http://davinci.web-ai.com.ar/Articulos.htm>
- http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/redevac/html/r_bibliot.htm
- <http://www.campus-oei.org/oeivirt/currice/curri04.htm>
- <http://www.contenidos.com/proyectos-educativos/expe-15.htm>

Aprendizaje por investigación

- SALCEDO, L. y GARCÍA J. Un Modelo Pedagógico de Aprendizaje por Investigación. En Actualidad Educativa, 1995 Año 2. No 6. 57-64.
- CÁRDENAS, F. y Sarmiento, F. Desarrollo y Evaluación de Competencias en Ciencias. En : Proyecto Pedagógico y Competencias. Universidad Nacional de Colombia · Unilibros, Bogotá, 2000.
- DE ARANEGA C. P. y De Longhi A. L. El Método Científico y la Educación Ambiental como Ejes de Integración de Disciplinas. Un Proyecto de Investigación Didáctica En : Investigación en la Escuela, 1993, No. 20
- GARCÍA, J. E. Perspectiva Constructivista Materiales Curriculares de Educación Ambiental. En · Investigación en la Escuela, 1993, No. 20. <http://www.stpauls.es/Castellano/Departamentos/experimentales.htm>
- http://www.campus-oei.org/revista/lectores_mc.htm

Ecología

- CEPEDA, R., J. Diccionario de Ecología-Biología y Ciencias Agropecuarias, 1992.
- GUHL, N., E. Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá · Tercer Mundo, 1993.
- ODUM, E., P. Ecología. Interamericana, 1991.
- OWEN, D. F. ¿What's is Ecology? Oxford University Press, 1994
- VAN CLEAVE, J. Ecología para Niños y Jóvenes. Actividades Superdivertidas para el Aprendizaje de la Ciencia. Limusa Noriega Editores, 2001.
- COLCIENCIAS. El Entorno Natural y Construido del Hombre Colombiano Bases para un Plan del Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat. Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. 1993

Aprendizaje por
No.6. 57-64
e Competencias
as. Universidad
o y la Educación
Proyecto de In-
1993, No 20.
ulares de Educa-
No. 20.
entales.htm
Agropecuarias,
r Mundo, 1993.
, 1994.
Superdiveridas
pres, 2001.
re Colombiano.
del Medio Am-
ecnología. 1993.

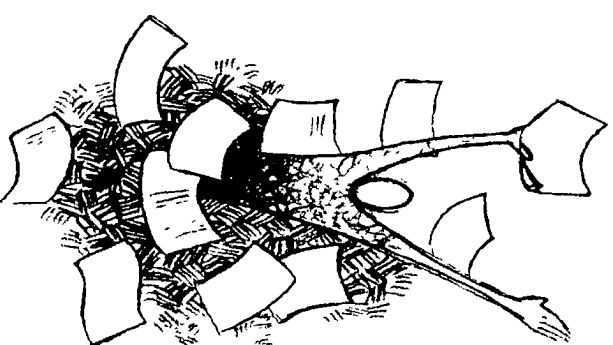
<http://www.aeet.org/ecosistemas/revisiones2.htm>
<http://www.sendadarwin.cl/educacion/proyectos/proyecteducacion.html>
<http://maomolina.tripod.com/aves.htm> <http://members.tripod.com/maomolina/plantas.htm>

Lineamientos curriculares

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ley General de Educación, 1994.
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. La Dimensión Ambiental y la Escuela. Serie Documentos Especiales, 1994
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá : Cooperativa Editorial Magistero, 1996.
http://www.minedu.gov.pe/dinesst/udcrees/discurri_ns/adesam.htm
<http://www.mcy.gov.ar/revistalatinamericana/revista25/Docup3.html>

Pensamiento científico

BACHELARD, G. La Formación del Espíritu Científico. México : Siglo XXI, 2000.
CÁRDENAS, F. Desarrollo y Evaluación de los Procesos de Razonamiento Complejo en Ciencias En · TED Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. No.3. Bogotá : UPN, 1998
CLARET, A. Relación entre el Conocimiento del Estudiante y el Conocimiento del Maestro en las Ciencias Experimentales. Instituto de Educación y Pedagogía. Colciencias- Universidad del Valle. 2000.



- DEWEY J. *Cómo Pensamos. Nueva Exposición de la Relación entre Pensamiento Reflexivo y Pensamiento Educativo* Madrid Paidós, 1989.
- ESCOBEDO, H. *Desarrollo de Competencias Básicas para Pensar Científicamente Una Propuesta Didáctica para Ciencias Naturales.* Bogotá · Colciencias, 2001.
- GUEVARA C., T., Sanabria G., M *Actividades para Desarrollar el Pensamiento Científico* Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, Trabajo de Grado para Maestría. Facultad de Educación, 1985 82 p.
- HARLEN, W. *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.* Colección Pedagogía, Educación Infantil y Primaria. Madrid · Morata, 1994.
- MORÍN, E. *Introducción al Pensamiento Complejo.* Madrid : Gedisa, 1996.
- POZO, J. *La Psicología Cognitiva y la Educación Científica. Aprendices y Maestros.* Madrid · Alianza, 1996.
- RAMÍREZ Q, Á. *Desarrollo del Pensamiento Científico.* Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Física, 1986. 15 p.
- SARDA, J. et al *Enseñar a Argumentar Científicamente. Un Reto de las Clases de Ciencias* En . *Enseñanza de las Ciencias*, 2000.18 (3), 405-422.
- VIGOTSKI, L. S. *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores.* Barcelona : Crítica, 1979.
<http://www.alerce.edu.mx/revista/academcient/secundaria.htm>
<http://server2.southlink.com.ar/vap/evolucion.htm>

entre Pensa-
ós, 1989

nsar Científi-
les. Bogotá :

llar el Pensa-
onal, Trabajo

p.

ción Pedago-

edisa, 1996.

Aprendices y

tá : Universi-

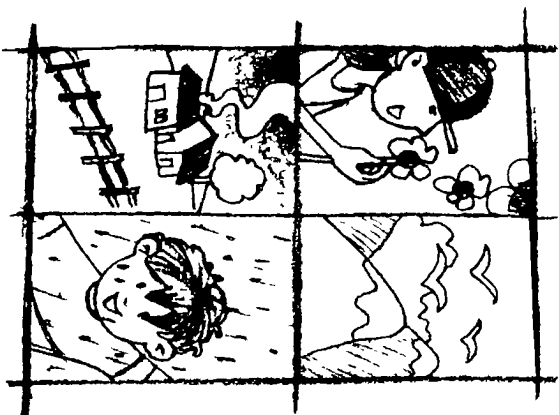
15 p.

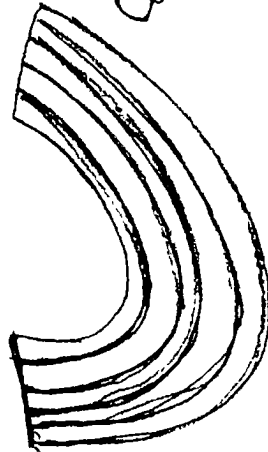
h Reto de las

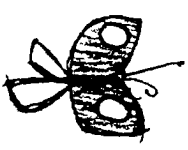
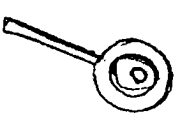
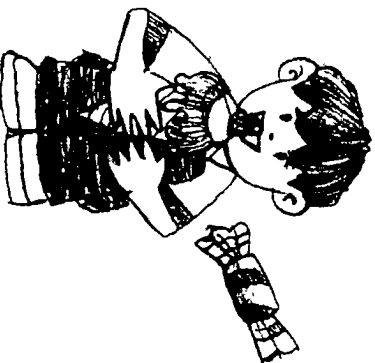
.18 (3), 405-

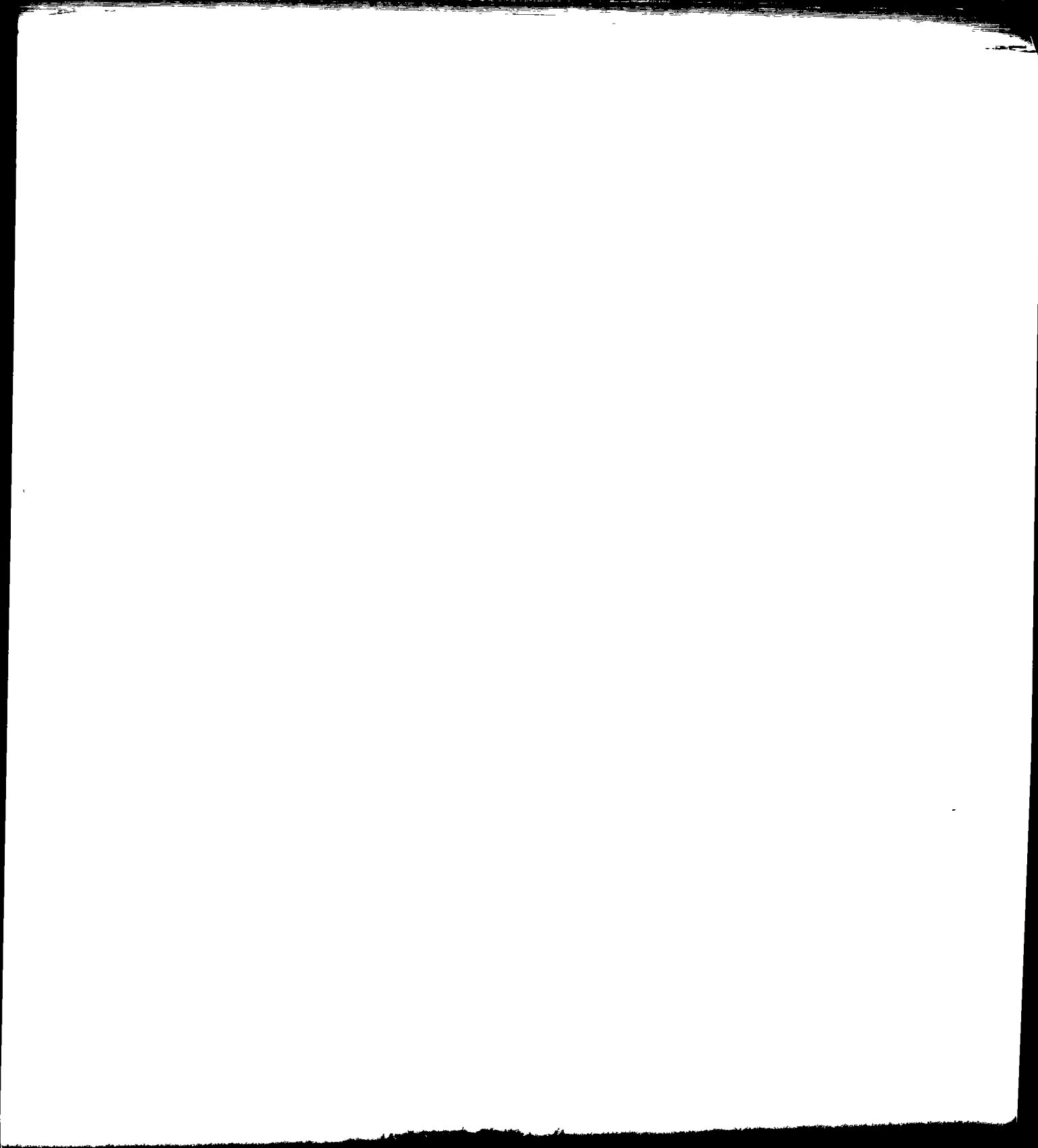
perroses. Bar-

tm









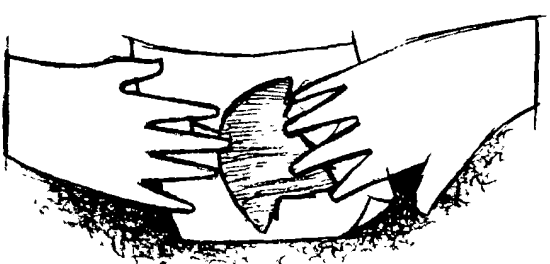
PARA EL MUNDO CON LOS CINCO SANTOS

Maestras Innovadoras: Silvia Suárez Riato, Martina Roa y Marián Beltrán, Rosa María Pantoya y Yudy Ester Carrillo, Cristina Isabel Rubiano e Isabel Álvarez.

Expertas acompañantes: Cristina Carulla, María Figueras, Claudia Ordóñez.

Experiencia Institucional: CED La Girada, CICE - Centro de Investigación y Formación en Educación, Grupo Pequeños Científicos, Universidad de los Andes.

En la década de los 90 en Estados Unidos se realizó un proyecto destinado a mejorar la calidad de la formación de los estudiantes de primaria en lo concerniente a la enseñanza de las ciencias y al desarrollo del espíritu científico. El premio Nóbel en física francés, Georges Charpak, tuvo la oportunidad de conocer ese proyecto pedagógico que adelantaba su colega norteamericano, y también Premio Nóbel, León Lederman... A partir de dicho momento, se inició un cambio en pedagogía de las ciencias en primaria en Francia. Hacia 1.999, 400 000 niños estaban realizando su aprendizaje de la ciencia con *La main à la pâte* (LAMAP) como se denominó el proyecto francés, o *Aprender haciendo*. Actualmente, un número superior al



medio millón de niños se involucra cada año en esta aproximación a las ciencias en Francia. El profesor Georges Charpak dio a conocer el proyecto en Colombia en 1.997. Motivado por esta presentación, el Liceo Francés Louis Pasteur inició una experiencia inspirada en LAMAP, experiencia apoyada pocos meses después por la Universidad de los Andes. Para el año 2.000, 20 cursos y cerca de 500 niños estaban involucrados en el proceso en la mencionada institución. En marzo de 2.000, surgió la idea de unir a tres instituciones en un proyecto orientado a desarrollar esta práctica pedagógica en Colombia. Es así como la Universidad de los Andes, Maloka y el Liceo Francés Louis Pasteur lanzaron el proyecto para Colombia, denominado *Pequeños Científicos*. A través de éste se espera dirigir por un nuevo camino el aprendizaje de las ciencias experimentales en la escuela primaria, con el fin de que los niños vivan las ciencias desde sus primeros años de escolaridad, por medio de la observación, la experimentación, la confrontación de ideas, y la comunicación oral y escrita. Se pretende desarrollar así el espíritu científico y consolidar valores ciudadanos.

La primera etapa de formación se centra en desarrollar en los niños la percepción con los cinco sentidos. Los niños son, por naturaleza, observadores y exploradores de su entorno. El primer módulo, *Los Cinco Sentidos*, propone varios experimentos para motivarlos a utilizar todos sus sentidos con el fin de observar y describir, de manera detallada, los objetos o los fenómenos del mundo que los rodea. Se les estimula para que observen detenidamente, para que palpén, escuchen, olfateen y, cuando sea posible, prueben. Se les pide que tengan en cuenta los detalles, que reconozcan y que comparen. Después, basándose en sus observaciones,

examinación a las
cer el proyecto
Liceo Francés
perencia apo-
Para el año
el proceso en
de unir a tres
tica pedagógica
loka y el Liceo
, denominado
uevo camino el
arra, con el fin
de escolaridad,
ación de ideas,
espíritu cientí-

desarrollan y enriquecen su vocabulario y sus formas de expresión para transmitir ideas. Una vez los estudiantes se inician en la observación científica, viene una segunda etapa durante la cual los estudiantes continúan su formación a través de plantearse preguntas, de generar hipótesis y conjeturas, planear y realizar experimentos, contrastar los resultados con sus hipótesis iniciales etc. Estas actividades científicas las realizan mientras estudian algún fenómeno. Trabajan con temas como el cuerpo humano, el manejo de desechos y diferentes fenómenos físicos como la electricidad, las cosas que flotan etc. Cada uno de estos temas, al igual que el desarrollo de los cinco sentidos, se trata en clase según un proceso montado en experimentos que los niños diseñan con la ayuda del profesor. Para cada tema existe un módulo para el profesor en donde se le dan consejos para que organice su clase.

La experiencia pedagógica motivo de este relato se basó en la adaptación de la propuesta que viene en el módulo *Los Cinco Sentidos de Pequeños Científicos*. La adaptación se realizó en el contexto de un colegio público colombiano para niños de estrato socio-económico bajo. Dicha institución está ubicada en el barrio Las Cruces, de Bogotá, y tiene aproximadamente 900 estudiantes que pertenecen a los niveles de SISBEN 1 y 2. En los ambientes familiares de los alumnos de La Giralda predomina la presencia de la madre como cabeza de familia. Un muy bajo porcentaje de los estudiantes vive en casa propia y casi todos comparten habitación con sus hermanos y padres. Los principales problemas sociales detectados en la zona de influencia del Colegio son el desempleo, la violencia, el expendio y consumo de drogas, el maltrato físico y la presencia de pan-



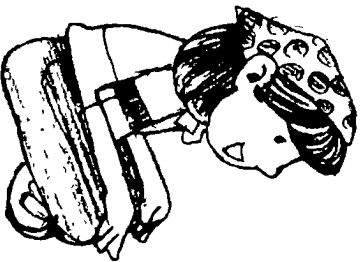
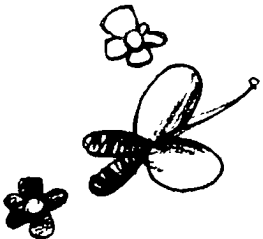
dillas en la zona. Veamos a continuación algunas de las vivencias del equipo docente alrededor de los aspectos más significativos de la experiencia referidos a la transformación de sus prácticas y al aprendizajes de sus estudiantes.

Los comienzos

Nuestra historia en el Proyecto *Peguenños Científicos en La Grimalda* comienza en julio del 2.001 con una reunión que se llevó a cabo en el Colegio. A ésta asistieron el equipo de expertos acompañantes y nosotras —las seis profesoras de los grados transición, segundo y quinto, y la Coordinadora de primaria—. El objetivo era informar sobre el proyecto y describir la manera como nos acompañarían y formarían en el uso del módulo y material didáctico para el aprendizaje de la observación por medio de los cinco sentidos

El trabajo sería arduo. Debíamos, además de conocer y apropiarnos de la metodología, escribir sobre nuestras experiencias, presentar informes, redactar artículos, recibir vistas durante las clases de personas de diferentes instituciones, así como participar en foros y conferencias, entre otros.

Comenzaron las reuniones semanales —en las que nos reuníamos con los miembros del equipo acompañante—, y las clases con los estudiantes de cada curso sobre el módulo de *Los Cinco Sentidos*. El Módulo comienza con un cuestionario sobre los cinco sentidos. Los resultados de la evaluación inicial fueron sorprendentes, pues no esperábamos que los estudiantes, sobre todo los de grado quinto, supieran tan poco del tema y tuvieran tantas confusiones con respecto a los cinco sentidos. Al principio, cuando



ivencias del
s de la expe-
endizajes de

General co-
cabo en el
ntes y noso-
quinto, y la
el proyecto y
n el uso del
rvación por
oparnos de
ar informes,
s de diferen-
entre otros.
míamos con
ndantes de
pmienza con
a evaluación
estudiantes,
a y tuvieron
pio, cuando

les preguntábamos por los órganos de los sentidos, contestaban “*la boca, la cara, las manos*”, o “*el sentido del humor, el sentido de la patria*”. Con el cuestionario, y las primeras actividades también se hizo evidente que no tenían lenguaje para expresar diferentes características de los objetos observables por medio de los cinco sentidos, que les costaba trabajo comparar. Por nuestra parte, con las primeras clases también tuvimos muchas deficiencias y dificultades en la implementación de la propuesta didáctica. De algunas de éstas dificultades fuimos conscientes desde el primer momento, otras las identificamos durante el proceso y hubo otras que sólo logramos identificar tras una mirada retrospectiva a todo el Proyecto

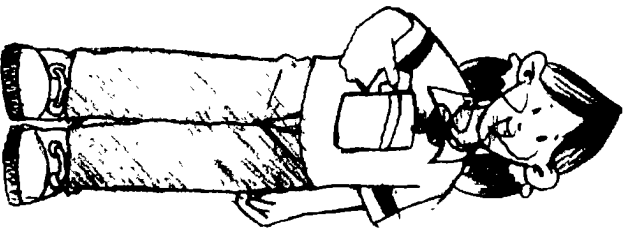
El proyecto *Pequeños Científicos* se basa en principios metodológicos que se fundamentan en el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimiento individual a través de un contexto social. El gran reto fue lograr trabajar con esta metodología respetando la naturaleza de estos principios que aparentemente eran obvios y fáciles.

Construir conocimiento

Uno de los principios que aparece explícitamente en el Módulo, señala que “*.. los niños argumentan y razonan, se ponen de acuerdo y discuten sus ideas y sus resultados. Así construyen su propio conocimiento*”. La dificultad para aplicar este principio, es desprenderse de la idea de que ‘aprender’ es que los estudiantes memoricen lo que los docentes enseñan. Una profesora señaló: “*Comenzamos nuestro trabajo como lo habíamos hecho siempre, explicando diferentes fenómenos en abstracto, de tal forma que la participación de los niños se veía limitada a la copia en el cuaderno de lo que nosotros dictábamos o escribíamos en el tablero*”. Otra

dió: 'Preguntábamos a los niños acerca de qué creían que sucedería en un experimento que realizaríamos. Sin tener en cuenta las respuestas de los niños, procedíamos a explicar el tema. A la siguiente sesión se cambiaba de tema sin evaluar la comprensión de los niños sobre lo que se había tratado en clase. Al final de un largo periodo académico, evaluábamos la capacidad memorística de los niños. Inciamos las encuestas naturales sin dificultad, de la misma manera como estábamos acostumbradas a hacerlo'. Otra profesora afirmó: 'No aprovechábamos lo que ellos sabían como base para la construcción de nuevos conocimientos o hipótesis de trabajo, no lográbamos la participación de todos los niños durante la clase, ni que llegaran a conclusiones que surgieran de las observaciones realizadas y del trabajo desarrollado durante la sesión'.

Poco a poco nos dimos cuenta que para que ellos pudieran construir su propio conocimiento, debíamos escucharlos, respetar lo que decían y lo que creían, y al mismo tiempo, plantear preguntas, ponerlos a experimentar y a expresar, mediante la interacción con sus compañeros, lo que ellos sabían y lo que iban descubriendo. Sin embargo, nos surgían muchas dudas porque no sabíamos cómo actuar cuando los estudiantes dijeran cosas que estaban 'mal'. 'Nos era difícil plantear preguntas que ayudaran a los niños a profundizar en su conocimiento'. Ahora, es cada vez más claro que el afán porque los estudiantes digan lo 'correcto' no tiene sentido. Lo importante es construir un concepto que sea válido para la comunidad del salón de clase. Esto implica llevar a cabo un proceso de resignificación de conceptos, en el que los estudiantes participan activamente para llegar a un significado común. Nos dimos cuenta que el profesor, en lugar de decir cosas a los estudiantes para que repitan, a partir de las experiencias de clase debe permitir que formulen sus propios conceptos, hacer preguntas que los lleven a precisarlos y a profundizar sobre su significado



En un experimento pedíamos a expli-mprension de los rrido académico, rrazas naturales sin rrio” Otra pro-para la construc-participación de surgieran de las n construir su lección y lo que permentar y a illos sabían y lo das porque no e estaban ‘mal’. en su conocmien-antes digan lo cepto que sea var a cabo un ntes participan nta que el pro- partir de las conceptos, ha-su significado.

Este proceso de aprendizaje, basado en la construcción del conocimiento, generalmente es más lento que el de la repetición y memorización. Además, descubrir y confiar en que los niños tienen mucho que aportar, lleva tiempo. Implica aprender a escucharlos y a valorar sus ideas. Por otro lado, temíamos dejar ‘vacíos’ de conocimiento en los estudiantes; no confiábamos en su capacidad de tener algo que aportar al conocimiento. Esto hizo que al principio dudáramos sobre lo que nos pedía el Módulo, lo cual repercutía en que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera lento y nos diera temor en su inicio.

Con el tiempo, pudimos generar preguntas para saber cuáles conocimientos tenían los niños y, a partir de esto, ayudar a construir nuevos conocimientos. Aprovechar las respuestas de los niños a nuestras preguntas conllevaba a que las acurvidades y los conocimientos se enriquecieran, pues era la base a partir de la cual se desarrollaba el tema. Al preguntar a los niños “¿Cómo podemos conocer un objeto sin utilizar la vista?”, en un primer momento los más grandes, no veían alternativas y los más pequeños decían “Con la mente”. Y en lugar de decirles ¡no, con el tacto!, se les pidió que se taparan los ojos e intentarían reconocer un objeto que se encontraba dentro de una bolsa negra. “Con el tacto!”, decían algunos convencidos y emocionados, después de haberlo descubierto personalmente. Situaciones como ésta permitían a los niños construir conocimiento sobre la importancia y uso de los cinco sentidos. Después de diversas charlas y de experimentaciones, al preguntarles para qué sirven los sentidos, respondían: “Para conocer lo que nos rodea”, “Para darnos información sobre los objetos”.

Durante la secuencia del tacto, observamos grandes cambios en los desempeños de los niños. Las descripciones iniciales, utilizando este sen-

tido, se limitaban a frases como “*Con el sentido del tacto puedo decir que es fría y dura*”. Recordamos que, tanto los niños como nosotras, no sabíamos diferenciar las características que nos proporcionaba el tacto de aquellas dadas por la vista. Tras algunas sesiones de trabajo con el sentido del tacto, cuando los niños describían un objeto, cerraban los ojos para concentrarse y percibir de manera total lo que sus manos o cualquier parte del cuerpo sintiera ante un objeto. Después de varias actividades para desarrollar la capacidad de observación por medio de este sentido, aumentaron el vocabulario, y usaron palabras y expresiones relacionadas con el sentido del tacto, tamaño, textura, forma, temperatura, estado (sólido, líquido o gelatinoso) y consistencia (blando o duro). Un ejemplo muy lindo que recordamos es el de un estudiante, que al igual que muchos otros, cuando se le pidió que describiera lo que sentía al tocar dos objetos diferentes respondió, sin tocar tales objetos, que eran suaves y lisos. Después de diferentes sesiones, vimos como hacia referencia a diferentes características como suave, duro, liso, carrañoso, frío, caliente, mojado, seco, se dobla, pica, tiene puntitas, se desliza, resbaloso, tibio, está hecho de plástico, tela, da sensación de... Este interesante descubrimiento hubiera sido imposible de no ser por el contacto directo que tenían con el material con que se trabajó, el cual les permitió identificar cada vez más cosas nuevas.

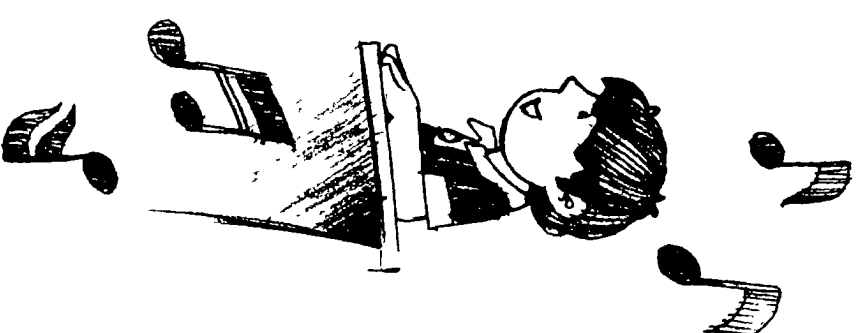
Nos interesa mostrar lo que para nosotras fue sorprendente, desde el punto de vista del aprendizaje de los niños. En nuestro trabajo en clase, nos llamó la atención la manera como el niño fue aumentando su capacidad para observar el mundo que lo rodea.

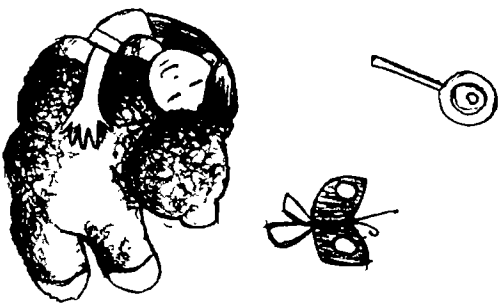
lectar que es fría
no sabíamos
o de aquellas
el sentido del
para con-
alquier parte
vidades para
sentido, au-
relacionadas
tura, estado
Un ejemplo
gual que mu-
al tocar dos
tran suaves y
ferencia a di-
frío, caliente,
baloso, tibio,
nte descubri-
directo que
o identificar
nte, desde el
ajo en clase,
do su capaci-

En efecto, al iniciar la secuencia para aprender a describir objetos por medio de la vista, la mayoría tenía dificultad para concentrarse en los detalles de un objeto y de su entorno. Por ejemplo, nos impactó el caso de un chico de quinto grado que, al pedirle la descripción de un objeto, describió la ventana del salón así: *"Es grande, puedo ver las casas que están al frente, son muy antiguas, tiene árboles, puedo ver las chicas del bachillerato, cómo llueve y muchas cosas más"*. Luego de varias sesiones en las que utilizaron la vista para describir objetos, la descripción de la ventana se convirtió en: *"La ventana es grande, rectangular, tiene marco de lámina, está dividida en 4 partes de igual tamaño, divididas por un marco delgado también de lámina, es de color amarillo fuerte y tiene unos tornillos en los bordes de donde se coge el vidrio que es transparente y grueso. En las puntas es afilada y presenta polvo acumulado"*.

Sin embargo, no fueron sólo los niños los que aprendieron a percibir mejor el mundo con los sentidos. Para nosotras, tener conciencia del uso del sentido del oído era una novedad. Se nos dificultaba enormemente entender la clasificación de los sonidos que traía el Módulo. Los niños tampoco estaban acostumbrados a atender las características de los sonidos ni conocían el vocabulario para hacerlo. De modo que las primeras descripciones fueron cortas y pobres, los estudiantes se conformaban con una descripción como: *"Ese ruido me molesta, es como un pito"*. Y cuando se les insistía en que lo describieran, trataban de imitarlo con la boca. Durante el desarrollo del Módulo, los niños se concentraban e identificaban y clasificaban algunos de los sonidos y sus características.

También aprendimos a escuchar y a atender a los sonidos del entorno diferenciando si estaban cerca o lejos, si sonaban duro o suave, si eran





agudos o graves, continuos o alternos, y a identificar qué fuente producía el sonido por su timbre. Las descripciones pasaron a ser: “*Es el sonido de una canción en una flauta, se puede clasificar de la siguiente manera: tiene sonidos largos y cortos, altos y bajos o graves y agudos, con diferentes intervalos, su volumen es bajo y está lejano. Tiene ritmo lento y constante*”.

Trabajo autónomo y colaborativo

Otro ejemplo, que ilustra nuestra dificultad de apropiación de los principios pedagógicos de la propuesta, se relaciona con aquel que señala “...*se deja una gran parte de trabajo a la autonomía de los estudiantes*”. El Módulo propone que la mayoría de las actividades en clase se basen en el trabajo autónomo de los niños en interacción con otros compañeros. Se supone que los niños son responsables de lo que sucede en su grupo de trabajo. Cada uno debe asumir un rol diferente que garantice el funcionamiento autónomo del grupo. Este principio admite que durante la interacción entre niños sucede el proceso de aprendizaje. Ésta se caracteriza por la comunicación de ideas y la contrastación del conocimiento personal con el de un par. Los primeros intentos de llevar a cabo este trabajo fueron desalentadores. Ahora, retrospectivamente, los vemos divertidos y fructíferos. Además, facilitó el manejo de grupos grandes (cada maestra tiene un promedio de 40 estudiantes) así como el proceso de aprendizaje.

Uno de los aspectos que se debe afrontar al usar este tipo de metodologías —las que permiten a los niños ser más autónomos en su trabajo—, es perder el miedo a alterar el orden en la clase. Debíamos permitir que los niños formaran los grupos, que buscaran y manipularan los materiales de las

ente producía
s el sonido de una
e sonidos largos y
men es bajo y está

ón de los prin-
que señala "...se
Módulo propo-
abajo autónom-
upone que los
abajo. Cada uno
nto autónomo
n entre niños
comunicación
el de un par.
n desalentado-
cíferos. Ade-
e un promedio
e metodologías
ajo—, es perder
que los niños
tenales de las

experiencias por sí solos, que escribieran sus propias observaciones, que llegaran a sus propias conclusiones y que encontraran maneras nuevas de realizar, expresar y comprender aquellos temas que estábamos trabajando

El temor y la inexperiencia en este tipo de trabajo cooperativo se vio reflejado en las primeras clases. En una ocasión, una de nosotras dijo: *“Trabajar con roles es muy complicado, pues hay niños que quieren hacer todo, otros que no quieren prestar el material y yo no sé si resolver las peleas o si iniciar la clase”*. En primer lugar, estaba la posibilidad de resolver los problemas de los niños. Y en segundo, desatender los conflictos y seguir con la clase, pero eso no tenía sentido: uno de los aspectos más importantes es que los niños aprendan a compartir, a respetar las ideas y los roles de los compañeros. Era muy difícil que aceptaran que una tarea no la pudieran desempeñar todas las veces un mismo niño, o que los materiales debían ser compartidos entre los miembros del grupo. Asimismo, observamos que cuando se le pedía a los niños que comentaran en el grupo acerca de un tema planteado y que luego uno de los miembros hiciera saber al resto de la clase lo que dijeron todos, no todos participaban. Por otro lado, el que tenía el rol de relator del grupo no siempre daba a conocer todas las ideas, ya fuera porque las había olvidado, o porque no entendía que era un grupo, por lo cual daba sólo sus ideas y no las de los otros miembros

Perder el rol central y dar autonomía a los estudiantes, es un proceso lento. Hay que romper con la estructura tradicional de la clase, la cual es una herencia que pesa mucho. Además, es difícil crear que aunque el docente no esté, pasen cosas interesantes en los grupos, a partir de las cuales los estudiantes construyen conocimiento. El siguiente ejemplo ilustra lo

gratificante que es desarrollar la autonomía de los niños. En una de las visitas que nos hacían docentes de otras instituciones para conocer el proyecto, una profesora salió fascinada con la clase que acababa de observar. Cuando le preguntamos qué era lo que más le había gustado, dijo que lo que más le había impactado era ver como muchos de estos niños, después de recibir las instrucciones de la profesora, habían sacado el cuaderno, y cada uno había escrito y tomado nota sin necesitar que la profesora les dijera que sacaran el cuaderno, sin necesidad de que les dictara o copiara en el cuaderno. Los niños habían escrito, a su manera, lo que debían hacer en clase. También fue muy interesante notar que el hecho de que los niños respetaran sus roles, las ideas de sus compañeros y los turnos para hablar, enriquecía de manera increíble su conocimiento. Además de esforzarse para expresar, comprender y articular las ideas de todos, lo cual favorece el desarrollo cognitivo y social, aprendieron de sus compañeros, llegaron a nuevas conclusiones y argumentaron con mayor claridad sus ideas, en caso de no llegar a acuerdos unánimes. Este proceso sirvió a los estudiantes para expresarse con mayor fluidez, precisión y seguridad, lo cual contrastó positivamente con la forma poco elocuente y escueta de sus primeras observaciones.

Trabajar permanentemente con esta metodología, hizo que los demás se adaptaran al trabajo por colaboración. Hoy nos damos cuenta que el esfuerzo permanente por trabajar en grupo generó en los niños la capacidad de asumir autónomamente su trabajo y el rol dentro del grupo, así como la de compartir ideas con los demás. Estas capacidades de los niños nos sorprendieron gratamente.

n una de las
nocer el pro-
de observar.
dijo que lo
ños, después
cuaderno, y
profesora les
o coplara en
ían hacer en
ue los niños
para hablar,
e esforzarse
al favorece el
s, llegaron a
deas, en caso
estudiantes
al contrastó
primeras ob-
e los demás
uenta que el
os la capaci-
el grupo, así
de los niños

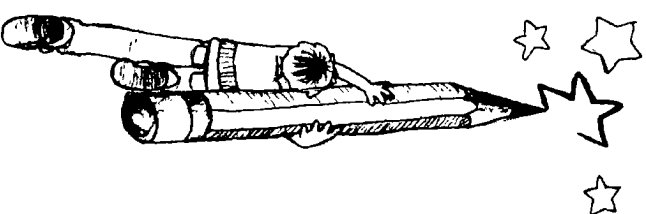
Consolidar expresión oral y escrita

Otro principio que nos causó dificultades fue “[...] *la apropiación progresiva, por los estudiantes, de conceptos y técnicas de operación científicos, acompañada de la consolidación de la expresión oral y escrita*”. Primero nos dimos cuenta que los conceptos y las técnicas de operación científicas no nos eran lo suficientemente claros. Entonces, en equipo, se comenzó a mirar con detalle en qué consistía lo anterior

Al principio, cuando se les pedía a los niños que describieran un objeto, pasaban por alto sus características y el rigor de la pregunta, contaban para qué servía el objeto (en lugar de cómo es), o narraban experiencias que habían tenido. Con respecto a la expresión oral, los cambios, muy alentadores, fueron rápidos y evidentes. Después de las primeras sesiones de trabajo, los niños comenzaron a expresar sus ideas acerca de lo que observaban cada vez con mayor claridad y respetando lo que sus compañeros pensaban.

En la expresión escrita, los cambios positivos fueron lentos. Esto sirvió para darnos cuenta que en adelante era necesario enfatizar en este aspecto, pues nosotras mismas habíamos privilegiado el proceso oral sobre el escrito.

El Módulo propone que estos registros sean espontáneos y que no se le exija al niño una forma especial de ser presentados. Debido a que para los estudiantes era más difícil expresar sus ideas de forma escrita que de forma oral, consideramos de vital importancia que escribieran al final de cada sesión. Pensamos que es a partir de la escritura que el niño evoluciona en su manera de pensar y de aprender la realidad. Además, estos escritos son



os, para discutir
e los diferentes
o de esos escri-
da grupo Esta
r o contradecir
nos cómo ellos
os permitió ver
lo que el niño
un niño regis-
neral y le ponía
lo. Una vez un
detalles de ese
spués de hacer
escribir, los ni-
era tal el detalle
oja seca de un
hojas de todos
casos, el dibujo
ctores que nos
ca como maes-
o reconocimos

como de gran ayuda, fue el acompañamiento en clase de los estudiantes de la Universidad de los Andes. Lo anterior se relaciona con otro de los principios señalados en el Proyecto: "*Soclos científicos locales como universidades acompañan el trabajo de la clase, colocando sus competencias a disposición*". Sin embargo, al principio no eran muy claros los límites de sus funciones y fue necesario apoyarnos en las asesoras para clarificarlas.

En un inicio, entendimos que eran asistentes pedagógicos que nos ayudarían a organizar los grupos, a evaluar a los niños, etc. Pero su presencia era de carácter disciplinar: nos ayudarían con las dificultades frente a los conceptos científicos. Por ejemplo, en las sesiones del oído, tuvimos problemas para comprender la clasificación de los sonidos en fuerte, débil, grave, agudo, continuo, discontinuo. Los asesores científicos debían ayudarnos a entender este aspecto y buscar información para profundizar al respecto. Igualmente, nos ayudarían en clase cuando tuviéramos dificultades

Cerrando la brecha

Las dificultades que hemos mencionado, y otras que se han quedado en el tintero, hacían que sintiéramos que era muy difícil hacer clases de acuerdo con la metodología y los principios del Proyecto. A continuación, señalamos cuatro aspectos que estimamos fueron las causas para cerrar la brecha entre las clases tradicionales y las guiadas por los principios de *Pequeños Científicos*.

En primer lugar, el acompañamiento semanal del equipo acompañante. Estos encuentros, en sí mismos, fueron un proceso. De ellos se derivaba

gran cantidad de tareas que parecían 'más trabajo', pero fueron una ayuda para reflexionar sobre el proceso que vivíamos, además, las dudas y los miedos fueron discutidos y expresados

Un segundo aspecto, fueron las visitas constantes que comenzamos a recibir durante nuestras clases. La tradición educativa ha conducido a que en la mayoría de las instituciones los docentes den la clase a puerta cerrada, y es visto con recelo que los observen. La noticia de las visitas hizo que las profesoras asumieran el reto, no sin temor de cómo responderían los estudiantes. Pero este reto nos animó a planear detalladamente las clases, a tener listos los materiales y a conocer lo mejor posible la metodología para recibir la visita. El éxito que se tuvo en la mayoría de estas clases, debido a que en muchos casos los estudiantes se involucraban activamente, y a la detallada planeación —que al principio parecía un trabajo extra y poco útil—, llevó a que nos aproximáramos a *Pequeños Científicos* de una manera coherente

Otro aspecto que desempeñó un papel importante fue el darnos cuenta que para consolidar y construir conocimientos científicos con los niños, es muy importante, al final de la clase, hacer un cierre en dónde haya construcción de sentido. La visita de Karen Worth, autora de los Módulos, base de *Pequeños Científicos*, fue clave, pues observó que las clases quedaban abiertas; es decir, después de que los niños experimentaban o trabajaban en sus grupos, había una vaga socialización que quedaba en el nivel de opinión. Nos aconsejó crear un espacio para que cada vocero expresara los hallazgos o las observaciones de su grupo y, al final de la clase, hacer una síntesis entre todos que permitiera observar los proce-



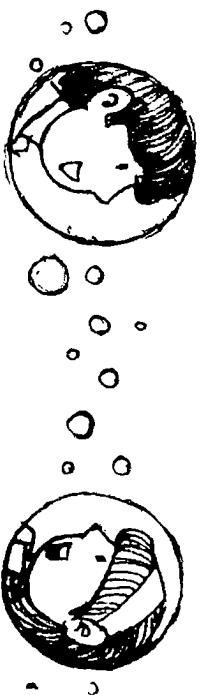
n una ayuda
dudas y los
nenzamos a
onducido a
se a puerta
e las visitas
mo respon-
alladamen-
r posible la
mayoría de
volucraban
ecía un tra-
uenños *Cienti-*
rtnos cuenta
n los niños,
ddónde haya
los Módu-
e las clases
mentaban o
edaba en el
ada vocero
l final de la
los proce-

sos de construcción de sentido. Para lograr esto se redactaba, con la ayuda de los estudiantes, en uno o dos párrafos, lo que se había discutido en aquella clase y era un consenso.

En cuarto lugar, quizá el más contundente en el cambio real de la metodología de clase, fue una de las 'tareas' que nos dejaron las asesoras, y que en cierta medida parecía inútil, fue la observación de clases entre compañeras. Aparentemente, no tenía sentido que personas que hacían lo mismo se observaran entre sí. Sin embargo, las profesoras habían logrado dar un paso—diferente al de sus compañeras—para alcanzar el desarrollo esperado en las clases. Visitar a otra colega, permitió que cada una observara en la otra, de manera reveladora, lo que había logrado desarrollar en su clase. El resultado fue que cada docente compartió de manera efectiva los logros que había alcanzado con sus compañeras, lo cual nos permitió darnos cuenta cuánto habíamos cambiado en la manera de hacer clase. Además, cada una se volvió observadora de su proceso y las críticas fueron aceptadas con mayor atención y menor prevención. Esto hizo que para cada una de nosotras, la experiencia—aunque similar—fuera diferente.

El trabajo con la metodología de *Pequeños Científicos* requirió paciencia y dedicación. Somos conscientes de que aún nos hace falta pulir muchos aspectos, pero también nos alegran los logros alcanzados, que nos muestran que vamos por buen camino. Algunos de estos resultados son: los estudiantes preguntan, dan posibles soluciones a sus dudas y a las de sus compañeros, aprendieron a compartir, a trabajar en grupo y sobre todo, a valorar lo anterior para que funcione la clase. Asimismo, se centran en el trabajo propuesto—que les gusta y les llama la atención—, lo cual es funda-

mental en un buen proceso de enseñanza-aprendizaje. Lo importante es que son los niños quienes experimentan, observan y ejecutan. El maestro no les dice qué y cómo lo deben hacer. Para ellos, somos una persona que los guía, los orienta, que les da la oportunidad de descubrir, en suma, un compañero más dentro de la clase.



importante es
an. El maestro
a persona que
t; en suma, un

Referencias

Pequeños Científicos

- Adaptación colombiana de los libros usados en La main à la pâte con autorización de Odile Jacob, Francia, para uso exclusivo del proyecto piloto Pequeños Científicos, dentro del convenio de UNIANDES – MALOKA – LICEO FRANCÉS LOUIS PASTEUR, 2.001 Derechos Reservados de autor:
- Los Cinco Sentidos, Bolas y rampas, Sonido, Las cosas que crecen, Cambios de estado, El cuerpo humano, Los otros y yo, Circuitos eléctricos y Nada se pierde, se encuentran traducidos al español.
 - Los seres vivos, Hábitat, Los líquidos y Construcciones, se encuentran en proceso de traducción
- <http://www.pequenoscientificos.org>
Ernst, S La Main à la Pâte Qu'est-ce que c'est?, 1 997.
<http://mrp.fr/lamap.htm>

Enseñanza-aprendizaje de las ciencias

- ASTOLFI, J-P Qui donc n'est pas Constructiviste? En Actes du Colloque Constructivisme. Usages et Perspectives en Éducation Genève . Service de la Recherche en Éducation, 2 001, pp 113-128.
- BETANCOURT, J. Red-POP 10 años. Reflexiones y Realidades Bogotá Secretaría Ejecutiva Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, 2 001.
- BUCHOVECKY E Thinking with GAT you Know Performance of Understanding in Science. Cambridge Harvard Graduate School of Education, 1. 999
- CHARPAK, Georges Niños(as), investigadores(as) y cuidados(as). Barcelona : Vicens Vives, 2 001

- DE VECCHI, Gérard y GIORDAN, André L'enseignement Scientifique, comment faire pour que 'ça Marche'? Italia Z' Editions, 1 996
- DRIVER et al Constructing scientific knowledge in the classroom. En Educational Researcher, 1.994, pp 7, 23 (7)
- DUCRET, J J Constructivismos Usos y Perspectivas en la Educación En Perspectivas París, 2.001, XXI, N° 21, pp. 157-169.
- DYASI, H What Children gain by Learning Trough Inquiry En Foundations París · NSF, 1 999, vol. 2, pp 9-13
- KNAPP, M S , & Associates Teaching for Meaning in High Poverty Classrooms New York Teachers College, 1 995
- KNAPP, M.S., SHIELDS, P.M., & Turnbull, B J Academic Challenge for the Children of Poverty. Washington, DC. US Department of Education, 1 992.
- MEANS, B, CHEMLER, C, & KNAPP, M.S Teaching Advanced Askills to at-risk Students. San Francisco Jossey Bass, 1 991
- OSBORNE, R , FREYBERG, P Learning in Science. The Implications of Children 's Science. Heinemann Hong Kong, 2.002
- PALACIOS, Carlos y ZAMBRANO, Encarnación Aprender y Enseñar Ciencias. una Relación a tener en Cuenta. En . www.unesco cl/pdf/actyeven/ppel boletin/artes/31-6.pdf
- TEDESCO, J.C. El nuevo Pacto Educativo. París UNESCO-BIE, 1 997
- VON GLASFERSFELD, E El Constructivismo Radical y la Enseñanza En . Perspectivas Ginebra-París, 2.001, XXI, N° 21, pp 171-184
- Enseñanza para la comprensión**
- BLTYHE, T et al. La Enseñanza para la Comprensión. Guía para el Docente Barcelona · Paidós, 1.999
- STONE, M. La Enseñanza para la Comprensión. Vinculación entre la Investigación y la Práctica. Barcelona Paidós, 1 999.

Scientifique,
996

ssroom. En

ucación. En

Foundatons.

y Classrooms.

or the Children
992

skills to at-risk

lications of

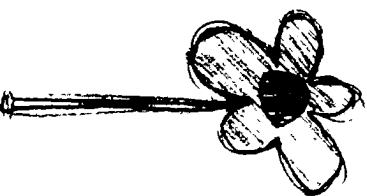
ñar Ciencias.
achyeven/ppe/

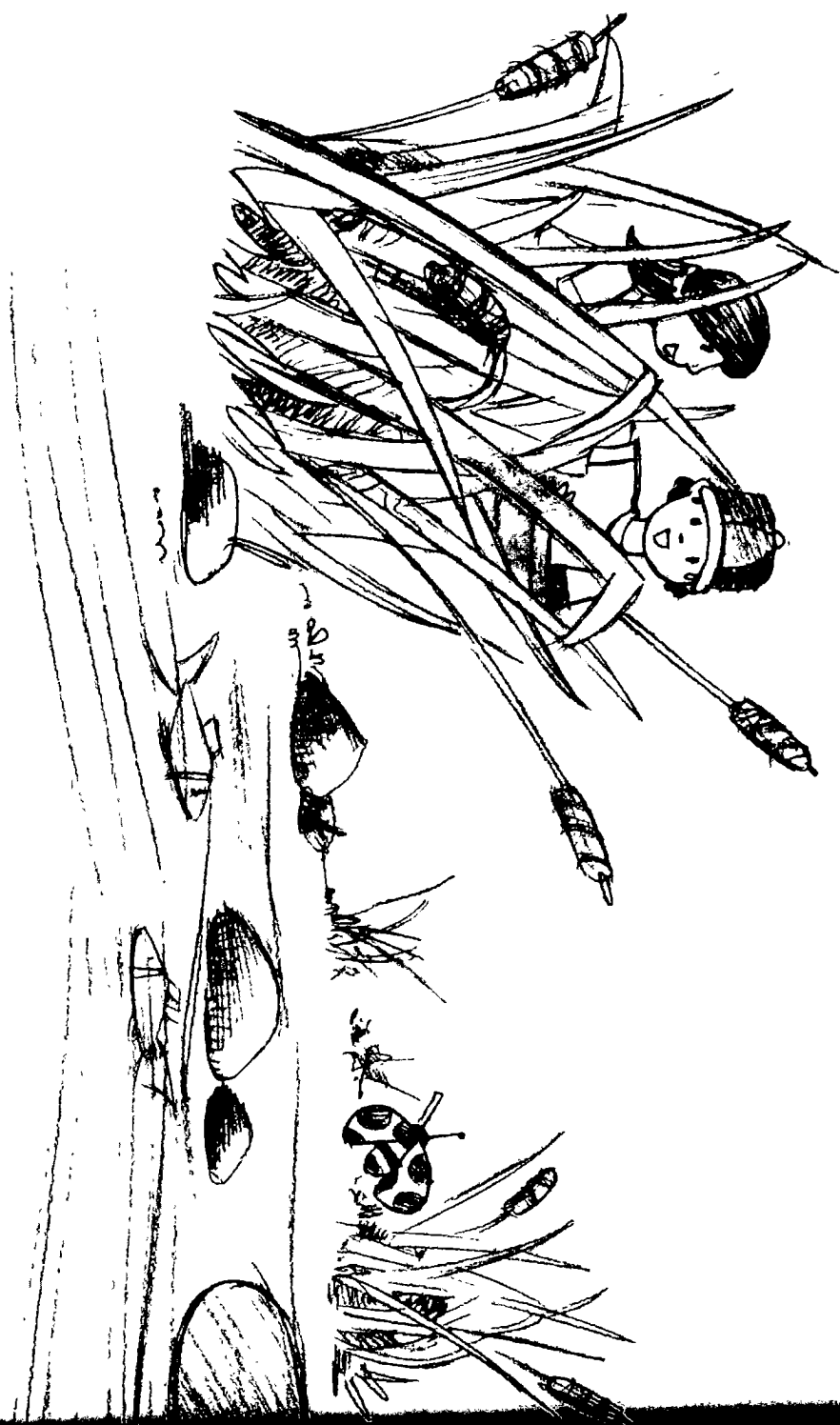
1 997

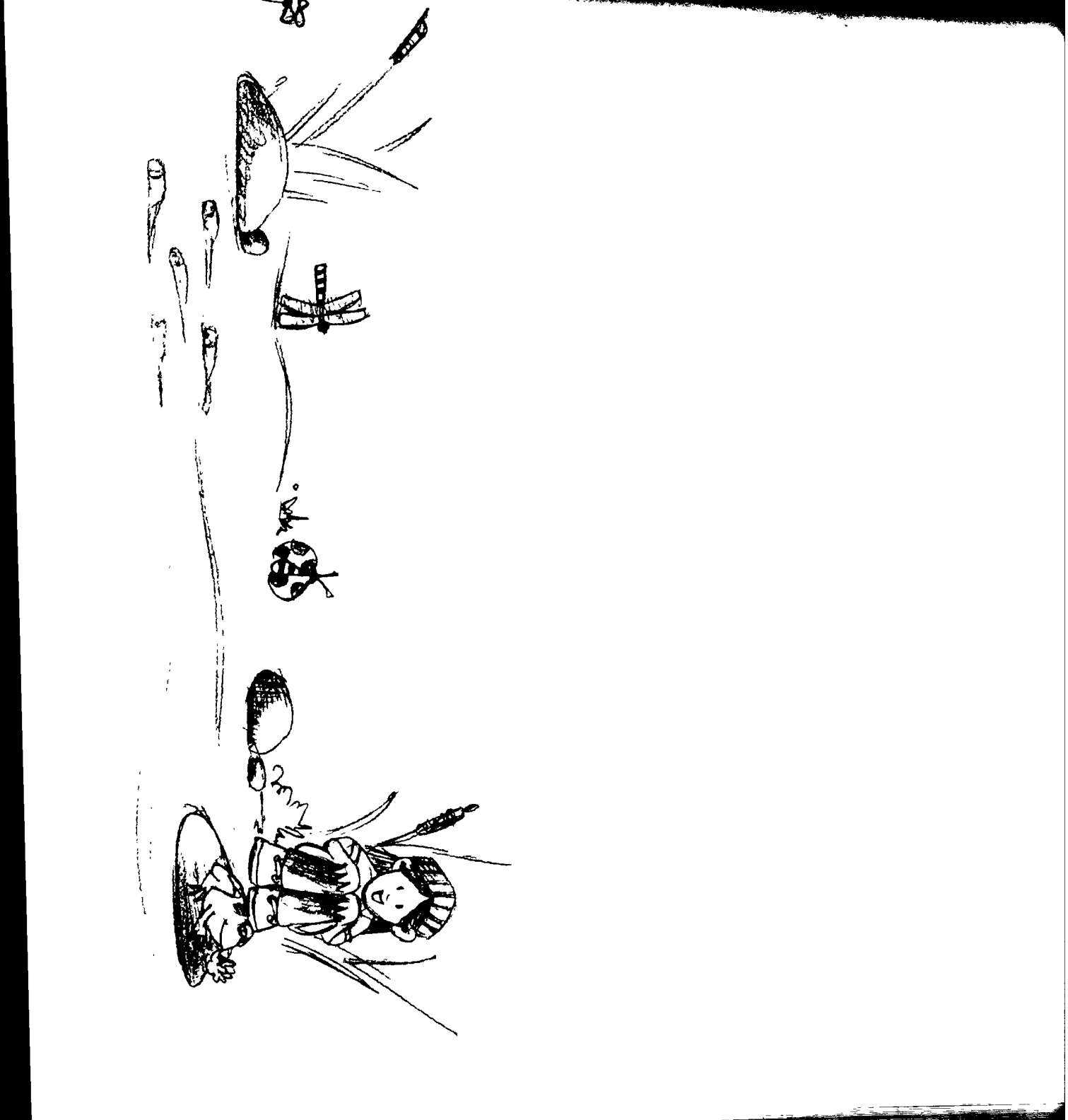
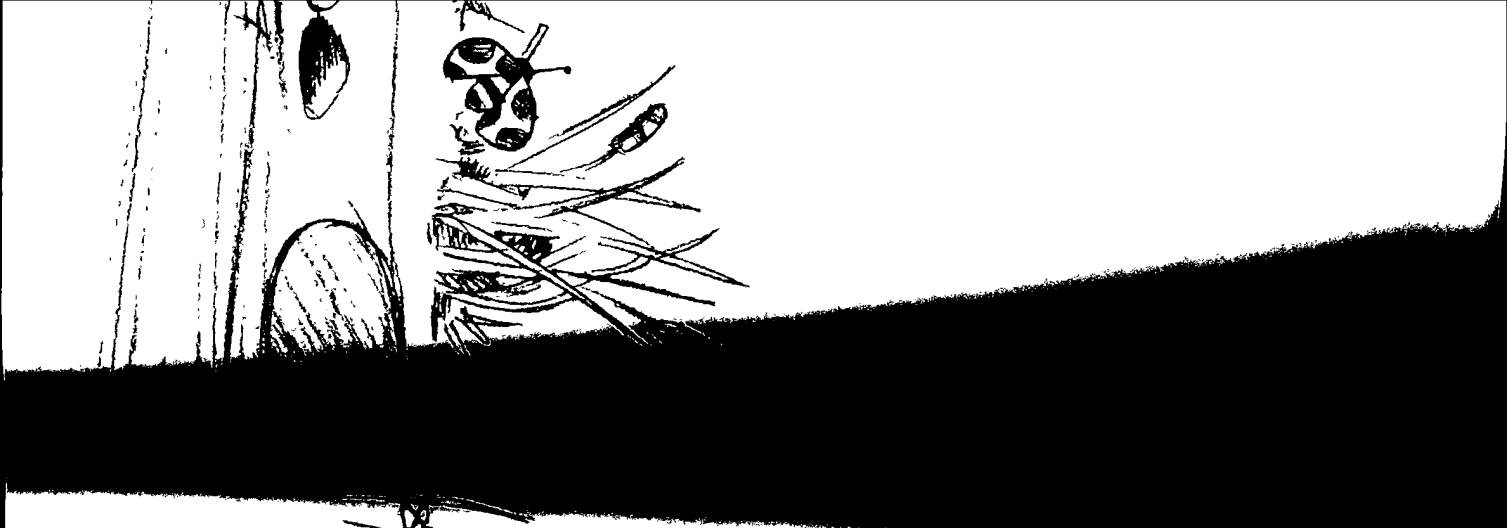
añanza. En

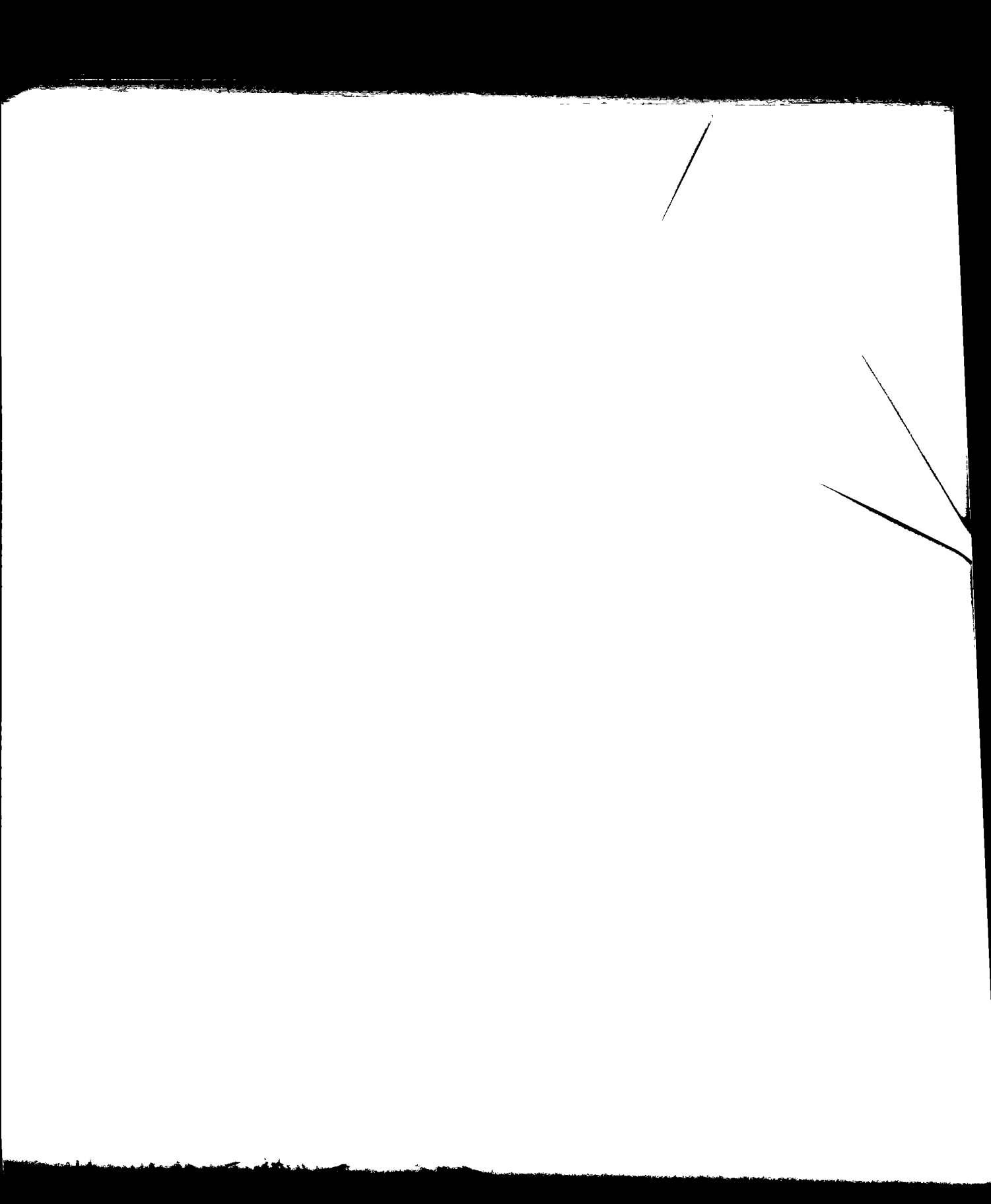
a el Docente

ión entre la











homeostáticamente

Maestras Innovadoras: Aurora Amarillo, Graciela Gómez,

Ros Mary Melo, Fanny Villar, Silvia Zambrano

Experto acompañante: Steiner Valencia V.

Experiencia en red: CED Isabel II, ITD Laureano Gómez,

CEDID San Pablo Bosa, Unidad Básica las Américas.

Grupo Homeostático: Corporación Escuela Pedagógica Experimental (CEPE)

Nuestro grupo está conformado por cinco maestras de ciencias naturales, cuatro licenciadas en biología y una en química, que trabajan en cuatro instituciones educativas oficiales de Bogotá. Hace más de cuatro años observamos que teníamos un problema común a la hora de trabajar las clases de biología. Los estudiantes mostraban poco interés en clase, las temáticas estaban desconectas, el tiempo no alcanzaba y llegamos a pensar que sólo íbamos a llenar tableros y cuadernos, lo cual se relacionaba poco con una práctica pedagógica significativa y con la vida cotidiana de los estudiantes. Entonces nos dimos a la tarea de reunirnos semanalmente. Conseguimos lecturas, las discutimos, conversamos sobre experiencias de aula y nos enriquecimos en el Grupo de Fomento de la



Corporación Escuela Pedagógica Experimental (CEPE). Esto nos llevó a reconocer que en las escuelas circulan unas prácticas pedagógicas que privilegian la segmentación y parcelación de los saberes sobre su integración, el pensamiento reduccionista, sobre una concepción holística de la naturaleza, el desarrollo de planes y programas de manera secuencial, acumulativa y memorística, sobre el diseño y desarrollo de actividades significativas para estudiantes y maestros, entre otras. Consideramos que dichas prácticas generan una ruptura entre la cotidianidad del estudiante y lo que se enseña en la Escuela, al igual que promueven en él una actitud pasiva hacia el conocimiento y no incentivan el espíritu de pertenencia y responsabilidad con sus entornos naturales y sociales

Nuestras inquietudes y reflexiones nos permitieron ir construyendo propuestas metodológicas que alimentaban nuestro quehacer pedagógico teniendo en cuenta la concepción de totalidad, y fue así como luego la concretamos en el Proyecto de Innovación *La Homeostasis una propuesta didáctica para la enseñanza de la biología*. Con el desarrollo de esta propuesta pensamos que es posible *transformar* las dinámicas escolares, *construir* una mirada holística de los sistemas sociales y naturales, y *alterar* el sistema de relaciones que los estudiantes establecen con el conocimiento, con los otros y con el entorno. Es decir, pensamos que estos procesos de transformación, construcción y alteración, son condiciones previas que permiten estructurar la construcción significativa de conocimiento en la escuela a la que hemos llamado pensamiento homeostático.

Para el desarrollo de esta propuesta utilizamos las Actividades Totalidad Abiertas, ATAS, estrategia metodológica que nos permite partir de la

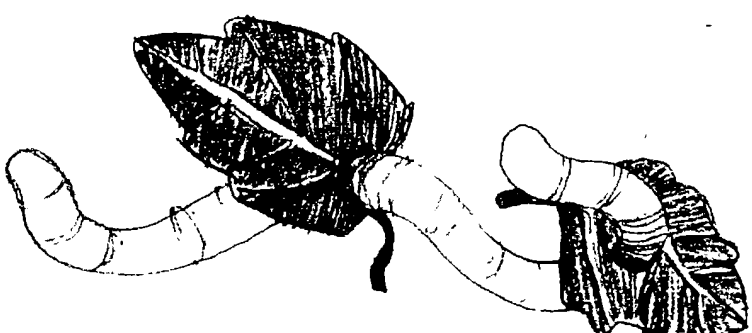
Esto nos llevó a
lógicas que pri-
su integración,
ca de la natura-
al, acumulativa
s significativas
e dichas prácti-
ante y lo que se
tud pasiva hacia
y responsabi-
construyendo
er pedagógico
como luego la
s: *una propuesta*
esta propuesta
s, *construir* una
rr el sistema de
o, con los otros
de transforma-
e permiten es-
la escuela a la
ades Totalidad
de partir de la

cotidianidad del estudiante al plantear situaciones problemáticas tomadas como totalidad de acuerdo con sus intereses, además, posibilita la exploración de actividades que surgen de las discusiones de los problemas privilegiando el trabajo en equipo. De esta forma, el aula de clase se transforma en un espacio de interacción entre estudiantes y maestros.

Desde estas intenciones y con esta estrategia metodológica, desarrollamos la propuesta en las cuatro instituciones, con estudiantes de sexto a noveno grado (un grado por institución). Para ello propusimos tres actividades específicas: la visita a un ambiente natural, el diseño de ambientes artificiales y la reflexión sobre nuestro organismo. Esto con el propósito de estudiar las dinámicas que hacen de estos ambientes sistemas homeostáticos que nos permitiera involucrarnos en una experiencia de conocimiento que posibilitara a estudiantes y maestras transformar el tipo de relaciones que teníamos con el entorno, con el conocimiento y con los otros.

Iniciamos con ambientes naturales

Elegimos algunos humedales de Bogotá para estudiar las dinámicas de los ambientes naturales, como una forma de ver que el urbanismo ha transformado la ciudad, pero a la vez ha modificado en forma dramática aquellos espacios naturales en sus funciones y características como: ser estaciones de aves migratorias, presentar una gran diversidad de fauna y flora –mucho de ella endémica–, servir como reservorios de agua y evitar inundaciones en sus zonas aledañas. Es decir, elegimos los humedales porque constituyen un espacio de estudio ecológico y de análisis de los conflictos sociales y políticos que los afectan y a los cuales la institución escolar no puede ser ajena.



Decidimos que los humedales serían el punto de partida para nuestro proyecto. Fuimos al de La Conejera (Suba), luego decidimos conocer los cercanos a cada institución: Santa María del Lago (Engativá), El Burro (Kennedy) y Tibanica (Bosa).

Como era de esperar, la visita al humedal de La Conejera resultó ser una experiencia inédita y maravillosa para estudiantes y maestras. Durante uno de los recorridos, a los pocos minutos de llegar, un grupo de estudiantes que comentaba y manifestaba su asombro por lo que veía, se quedó mirando algo que llamó su atención. La docente regresó y los encontró discutiendo. Uno de ellos dijo: "*Esto es un bongo oyea de palo*". Otro señaló que aquello de más allá era un líquen. La maestra propuso dibujarlo y describir sus características y continuar indagando, pero alguien sugirió llevarlo al Colegio. Después de una breve discusión, una joven dijo: "*¡Na. Hay que dejarlo donde está. Mejor tomémosle una foto*".

El recorrido continuó en voz baja para no molestar a los animales y poderlos observar. Nos asombró ver lenguas con picos de color rojo, amarillo y azul; reconocer patos migratorios y la presencia huidiza de los curules. A los chicos les impactó ver perros en el humedal persiguiendo los animales. Se identificaron las plantas propias del lugar, las sembradas para mejorar el paisaje y las invasoras. Para la mayoría, el evento más significativo fue observar un cerezo completamente poblado de orugas negras con espinas verdes que devoraban sus hojas.

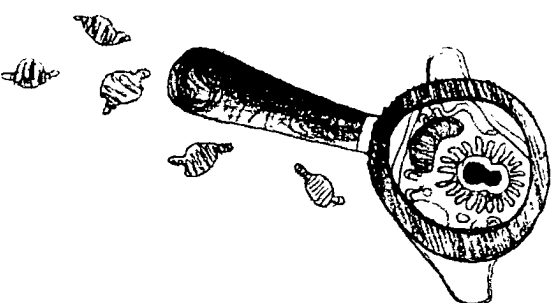
Las visitas a los humedales se convirtieron en fuentes de sensibilización de los estudiantes y de nosotras mismas hacia el entorno natural. Hubo aproximaciones a una experiencia de conocimiento en donde ver, tocar,

tra nuestro
onocer los
El Burro
lto ser una
urante uno
studiantes
edó miran-
ntó discu-
señaló que
y describir
llevarlo al
la. Hay que
animales y
rojo, ama-
e los curies
los anima-
para mejo-
ficativo fue
on espumas
stibilización
ural. Hubo
ver, tocar,

oir, sentir y pensar constituyeron estados de asombro y admiración fundamen-
tales para acercarnos a comprender las relaciones y las dinámicas que
en ellos tienen lugar y que nos permiten caracterizarlos como ecosistemas

Estas experiencias se llevaron al aula de clases y fueron claves para des-
encadenar la construcción de explicaciones a los eventos y a las situaciones
observadas. Los estudiantes hicieron dibujos, descripciones, cuentos, car-
telas y escritos de sus impresiones de la visita al humedal. Durante la
socialización de la visita, la gran cantidad de opiniones y de comentarios,
así como la formulación de las preguntas más inverosímiles, fue una cons-
tante. Sin embargo, asumir el riesgo de innovar y jugárnosla por una pro-
puesta que asumiese tal borboteo de emoción como parte de la actividad
de conocer, nos sugirió canalizar los intereses e inquietudes de los estu-
diantes hacia la delimitación de preguntas que nos permitieran hacer del
humedal un problema de estudio. De esta dinámica surgen preguntas como:
“¿Cuáles son las funciones del humedal?” “¿Por qué allí son importantes los espejos de
agua?” “¿Por qué su agua está tan contaminada?” “¿Por qué algunas plantas flotan?”
“¿Por qué son importantes los macroorganismos en el suelo?” “¿Cómo podemos contri-
buir a conservar los humedales?”

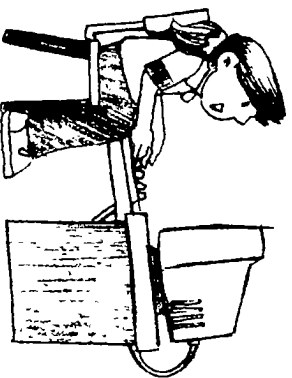
Como las respuestas a estas preguntas no se encontraban en los libros
de texto, debíamos relacionar lo que sabíamos, por ejemplo, la importan-
cia de la humedad en un ecosistema cuyo sustrato es el agua, con los pro-
cesos de observación directa en el humedal. Asimismo, también debíamos
generar indagaciones adicionales en medios especializados como revistas,
entidades que hacen trabajo ambiental, en Internet o entrevistando exper-
tos en la materia. Esto nos brindó la posibilidad de vincular lo que había-



mos aprendido en el aula de clase con lo que el mundo de 'afuera' nos planteaba y buscar respuestas satisfactorias. Casi automáticamente, los estudiantes se auto organizaron en equipos de acuerdo con sus intereses y lazos afectivos, establecieron sus propias normas fortaleciendo la autonomía individual y grupal, y se distribuyeron tareas reconociendo sus capacidades y liderazgo. A medida que los estudiantes encontraban información relevante, se socializaba, lo cual apuntaba a la valoración de sus indagaciones, a la búsqueda de la argumentación oral y escrita, al reconocimiento de las apreciaciones del otro, a detectar fallas argumentativas y claro, a la re-argumentación por parte de la maestra y de sus compañeros. Todo ello enfocado hacia la construcción de conocimiento desde la *homocentria*.

En estas sesiones, de enorme importancia para la clase de ciencias, en donde el estudiante usa la información recolectada para explicar sus preguntas, como cuando se afirma que "El suelo empezó a tener formación cuando era una pequeña estrella. [Que] es la superficie que cubre la corteza terrestre. [...] o que] es el soporte de las plantas", la controversia no da espera. "No ha dicho nada. ¡Explíquese! ¿El suelo fue una pequeña estrella?", pregunta uno de sus compañeros. La contundencia de la réplica se acentúa cuando otro estudiante los invita a que "*lean sobre teorías de origen y evolución de la Tierra, porque los veo mal*". Para el estudiante, entonces, exponer en la clase de ciencias ya no es 'recitar' un cúmulo de datos, definiciones y nombres, sino articular los contenidos de enseñanza a sus necesidades explicativas, la cual es validada por la severa crítica del grupo.

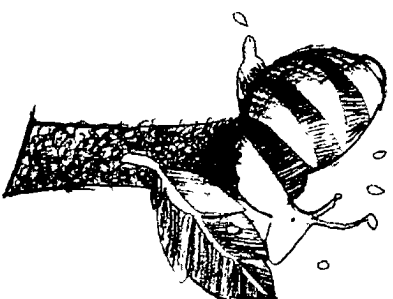
Por otro lado, los estudiantes en su intención por conocer cómo la acción humana impacta a los humedales, encuentran que "La gente con-



'afuera' nos
nente, los es-
s intereses y
lo la autono-
o sus capaci-
información
sus indagacio-
ocimiento de
claro, a la re-
os. Todo ello
meostasis.
e ciencias, en
licar sus pre-
rmación cuando
vestre [...o que]
ba dicho nada
sus compañe-
estudiante los
"ue los veo mal"
cias ya no es
articular los
al es validada
ocer cómo la
"La gente con-

tamné el humedal de la Congera y esto le haría daño a los vecinos del lugar", y se dan cuenta que esto afecta "No sólo a los vecinos", sino a todo lo que hay en él. "Recuerden que dentro de las funciones del Humedal está mantener el control de las inundaciones, la reproducción de los animales y la belleza paisajística", afirma uno de los estudiantes. Como puede observarse, la exposición de los hallazgos y el diálogo que desde ellos se genera, permite a los estudiantes, colectivamente, descentrar el privilegio de lo humano y situarlo en una condición ni más ni menos importante que cualquier otro elemento del sistema

Otros grupos estudiaron especies que los demás compañeros no reconocen, describen sus hábitat, comportamientos o hábitos alimenticios: "Les vamos a contar lo que observamos, ya que no encontramos mucha información. Las culebras sabaneras viven en lugares oscuros, bajo las piedras, troncos o dentro del suelo Comen insectos Logramos ver el cambio de piel" Este hallazgo, donde la experiencia desplaza la información del texto, suscita todo tipo de preguntas. "¿Hay otras serpientes en el humedal?" "Sí. Las lombrices" La espontaneidad de la respuesta y su imprecisión motiva la aclaración del compañero. "La culebra es vertebrado y la lombriz invertibrado, así que no son lo mismo" El "Humyyy, lo corchó", generalizado del grupo, hace que el estudiante concluya. "Las culebras casi no tienen importancia". Sin embargo, su solución es una oportunidad más para que otro refute aradamente: "¿Le parece poquito?, si se alimenta de insectos, controla para que no haya tantos insectos". Y, complementa alguien, relacionando lo del humedal con su vida cotidiana, "[las serpientes] son necesarias para que en el Colegio no haya tantos ranados en algunas épocas, por eso no debemos matar las que encontramos en la zona verde".



De esta manera, el diálogo argumentativo es una condición para la elaboración colectiva de conocimiento, pues la organización de equipos de trabajo y la búsqueda y selección de información, desempeñan un papel importante en el respeto por la palabra del otro, en la sustentación de las afirmaciones, y en la capacidad para vincular la experiencia con los espacios cotidianos

Continuamos con ambientes artificiales

A partir de estas discusiones y puestas en común, surgen nuevos interrogantes que llevan a los estudiantes a otras búsquedas de información. Pero como el regreso en grupo a los humedales es difícil y se desea trabajar con observaciones más precisas, nace la idea de 'llevar el humedal al aula'. Para lograrlo, decidimos trabajar con los estudiantes en el diseño, elaboración y seguimiento de varios *microhábitat*. Estos nos parecieron una estrategia interesante. Por una parte, permitían *simular* las condiciones de los humedales y establecer un control sobre ellas, de manera que los estudiantes precisaran sus análisis y observaciones. Por otra, contribuían al desarrollo, en el estudiante, de capacidades y habilidades importantes en el aprendizaje de las ciencias como: definición y restricción de variables, delimitación de la observación, formulación de hipótesis y predicciones, así como la elaboración de explicaciones a los eventos y procesos que ocurren en ellos

Las siguientes son preguntas que orientaron la elaboración de algunos montajes: "¿Por qué los caracoles se adhieren a los vidrios y para qué le sirve su concha?" "¿Por qué las plantas flotan en el agua?" "¿Qué microorganismos del suelo descomponen los animales del humedal?" "¿Qué sucederá con el crecimiento de las

posición de materia orgánica, a partir de los cuales es posible caracterizar los componentes del suelo y aproximarse a comprender sus dinámicas

A partir del estudio de los Ambientes Artificiales, aspectos como la contemplación, el maravillarse ante lo nuevo, la búsqueda de información, el trabajo en equipo y la construcción colectiva de explicaciones, constituyen eventos cada vez más significativos para los estudiantes. “Al observar los microhabitats sellados, es evidente el ciclo del agua, porque el agua se evapora, luego se condensa en el vidrio y cae al suelo. Pero esta agua no la recupera la materia orgánica (el pellejo de papa), la humedad la recupera el suelo [...]”, afirma un estudiante. “En estos microhabitats no hay plantas ni animales, [pero] es posible la presencia de microorganismos en el suelo, ¿por qué no se nos ocurrió probarlo antes?”, dice una niña sorprendida por no haberlo considerado. Un compañero argumenta: “Ustedes no pueden afirmar que el pellejo no recupera agua sólo por el hecho de que lo observan seco. Recuerden que está en el proceso de descomposición y las manchas que observan son hongos y éstos viven en medios húmedos. Sería ideal tomar [una] muestra y poderla observar al microscopio”. Estos aspectos nos muestran que construir conocimiento en la escuela significa generar condiciones para que estudiantes y maestros usen creativamente la información, de tal forma que intercambien en plenarias, participen en conversatorio, argumenten sus ideas, diseñen, elaboren y modifiquen sus montajes.

Y llegamos a nuestro organismo

A partir de estas actividades, estudiamos nuestro cuerpo en las situaciones orgánicas cotidianas. La oportunidad la da un comentario sobre las reacciones del cuerpo al ejercicio físico, en clase de ciencias naturales, ante

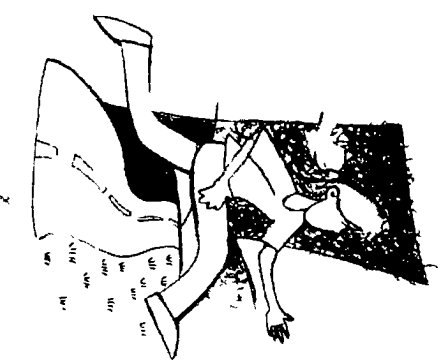
caracterizar dinámicas tos como la información, nes, constituyen, *Al observar los vapores, luego se forma orgánica (el estudiante. "En la presencia de o argumenta. hecho de que los manchados que [una] muestra que construyera que estructural forma que aumenten sus*

una caminata ecológica: "El cuerpo me hormigueaba al ir caminando Cuando me detenía en la bajada, las piernas me temblaban. Sentía mucho calor y me decían que estaba pálido. Sentía mucha sed".

Esta situación se aprovechó para indagar el por qué de estas reacciones del cuerpo y hacer las primeras aproximaciones desde el punto de vista homeostático. Preguntamos: "¿Cómo se comporta el organismo en reposo, en actividad física y después de ella?" Se preparó a los estudiantes en el manejo de instrumentos de medida para signos vitales como el termómetro, el tensiómetro, el fonendoscopio, y se ejercitaron en la toma del pulso y del ritmo respiratorio Otros complementaron con consultas y experiencias que aportaron a la clase: "Mi mamá me dijo que el pulso es muy importante y es lo primero que se debe detectar en las personas que están desmayadas para saber si aún viven Los aparatos que se utilizan son los que nosotros vemos cuando nos llevan al médico [...]"

Las primeras explicaciones, a modo de predicción, son hechas en forma individual, luego en grupo: "Antes del ejercicio, los signos vitales están normales, pero nunca me había fijado cómo respiro y me cuesta trabajo ahora Durante el ejercicio comienza a alborotarse el corazón y los pulmones. Sudamos. Y después del ejercicio estamos cansados, la piel se pone roja, suda mucho y la temperatura corporal aumenta".

Se tomaron los signos vitales antes y después de la actividad, a los quince y treinta minutos, y se registraron en tablas de datos. En la siguiente clase, en grupos analizaron los datos obtenidos tratando de comprenderlos. Al comparar las variaciones que presentaban los datos en los diferentes momentos, los estudiantes hicieron las siguientes explicaciones: "El/



ejercicio hace que nuestro cuerpo sople más aire mientras corremos, por eso aumenta el ritmo respiratorio, en el momento que dejamos de correr, nuestra respiración baja y vuelve a ser normal después de treinta minutos". "Mientras estamos quietos, la piel es blanca y cuando estamos haciendo ejercicio nuestra piel se vuelve brillante, pegajosa y roja y después regresa a su estado normal". "Nos daba sed y nos cansamos con el ejercicio". "En nuestro grupo hay tres niñas y dos hombres, pero los datos más altos los tuvimos nosotros [] yo creo que es porque los hombres somos más fuertes". "Nos deshidratamos porque sudamos, gastamos energía porque quemamos calorías. Los más chicos trabajan con esfuerzo y nos dan calambres"

Los estudiantes mantienen el interés, indagan el problema y enriquecen las discusiones de clase donde se busca comprender los mecanismos mediante los cuales el cuerpo regula determinados procesos. Hubo discusiones en las que se afirmaba que "Durante el ejercicio el cuerpo necesita más oxígeno, el corazón late más rápido de lo acostumbrado para responder a la demanda", y que "El calor aumenta en el organismo por la energía calorífica que se produce, por eso nos ponemos rojos y sudamos", por tanto "hay que tomar líquidos para reponer los que se pierden". En esto está presente la idea de autorregulación de los procesos.

Actividades como estas inicialmente muestran la dificultad que tiene el estudiante para interpretar su funcionamiento corporal, expresar sus emociones frente a los demás y manifestar las relaciones de género. Luego estas situaciones se transforman a partir de la exploración personal de su propio cuerpo, lo que posibilita que emerjan razones, argumentaciones e inquietudes nuevas que lo llevan a conocer más sobre su organismo y a mejorar su calidad de vida.

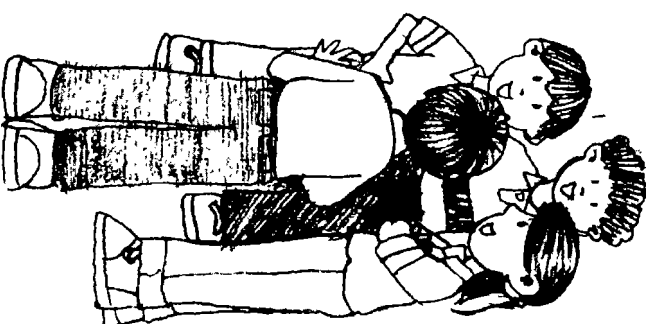
aumenta el
ción baja y
s, la piel es
vegabenta y
amos con el
nas años los
tes” “Nos
s Los más-
y enrique-
canismos
Hubo dis-
esta más
la deman-
se produce,
nidos para
egulación
ne tiene el
sus emo-
o. Luego
onal de su
aciones e
nismo y a

Finalmente concluimos

Los comentarios de los estudiantes superan la descripción que se da en la enseñanza tradicional de la ciencia, al hablar de ciclos biológicos y del flujo de materia y energía en un ambiente específico. Vemos que complejizan sus explicaciones, al establecer interacciones entre distintos organismos y elementos naturales que nos permiten reconocer en los estudiantes la emergencia de un proceder argumentativo que enfatiza en lo global.

Es importante observar como para el estudiante una primera forma de acercarse al conocimiento es a partir de lo que cotidianamente le resulta más significativo. Esto genera que los estudiantes cambien sus formas de preguntar y busquen diferentes fuentes de información. Entre las preguntas planteadas, algunas llevan a los estudiantes a encontrar las respuestas en libros o en Internet. “*¿Qué es un humedal?*” “*¿Qué aves habitan el humedal?*” “*¿Cómo funciona el corazón humano?*” Estas preguntas no desencadenan otras que se puedan desarrollar en grupo, por lo que es importante que el maestro intervenga para replantearlas. Otras sí generan procesos como: indagación, planteamiento de hipótesis, diseño de modelos, establecimiento de variables, trabajos en colectivos, incremento de la curiosidad y explicaciones a los propios interrogantes. Ejemplo de ello sería: “*¿Cómo influye la temperatura y el aire en la germinación de las semillas?*” “*¿Qué relación establece el cuerpo con el humedal?*” “*¿Por qué sentimos la sensación de sed?*” “*¿Por qué la temperatura disminuye al realizar ejercicio?*”

Este trabajo en colectivo ha creado espacios diferentes de aprendizaje en los que el estudiante puede dar rienda suelta a su libertad y creatividad.



Inicialmente se organizaron grupos por lazos de amistad, tal como sucedía en otras clases para trabajar temáticas momentáneas, presentando dificultades porque no existía la costumbre de organizar equipos para continuar trabajando alrededor de un problema o inquietud. La relación con sus compañeros se ve de alguna manera transformada, pues ahora necesitan formar grupo con quienes se entienden para trabajar, no tanto por amistad. Se fortalecieron valores como el respeto al trabajo de sí mismo, del otro y de todo el grupo. El maestro ya no es transmisor de conocimiento el que organiza los grupos, fortalece la autonomía, busca la sana integración del grupo, la participación, la apertura, la confianza, el aprendizaje de todos y siempre está acompañando el proceso, trabaja en colectivo con sus estudiantes y hace suyos sus problemas de aprendizaje.

De esta forma y al mirar desde la perspectiva de Homeostasis a la manera de un zoom, la clase de ciencias configuró sus objetos de estudio, sus formas de observar, preguntar e investigar; desde las cuales los estudiantes construyeron conceptos y llenaron de significado una experiencia que les permite, actualmente, concebirse como una emergencia de relaciones sistémicas e interacciones al igual que reconocen procesos autorregulados, condiciones para la construcción de un pensamiento homeostático.



mo sucedía
ndo difícil-
a continuar
ón con sus
a necesitan
o por amis-
mismo, del
nocimiento
ana integra-
endizaje de
lectivo con
sis a la ma-
estudio, sus
estudiantes
ncia que les
relaciones
rregulados,
rático



Referencias

Actividades totalidad abiertas (ATAs)

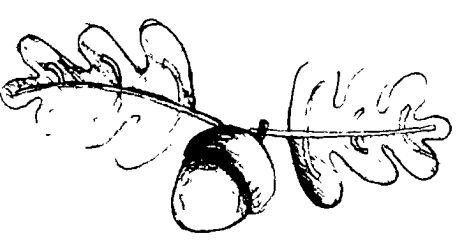
- SEGURA, D. y otros. Vivencias de Conocimiento y Cambio Cultural. Escuela Pedagógica Experimental Colciencias. Bogotá : Fuego Azul, 1995.
- SEGURA, D. y otros. Las ATAs. Una alternativa didáctica. Planteamientos en Educación. Escuela Pedagógica Experimental : Bogotá, 1991.

Concepción de ciencia

- GUATARI, F. Las Tres Ecologías. Valencia : Pre-textos, 1996.
- MATURANA, H. El Árbol del Conocimiento. Las Bases Biológicas del Conocimiento Humano. Debate, 1990.
- MATURANA, H. y VARELA, F. De Máquinas y Seres Vivos. Santiago de Chile : Editorial Universitaria, 1999.
- MORIN, E. Introducción al Pensamiento Complejo. Barcelona : Gedisa, 1990.

Homeostasis

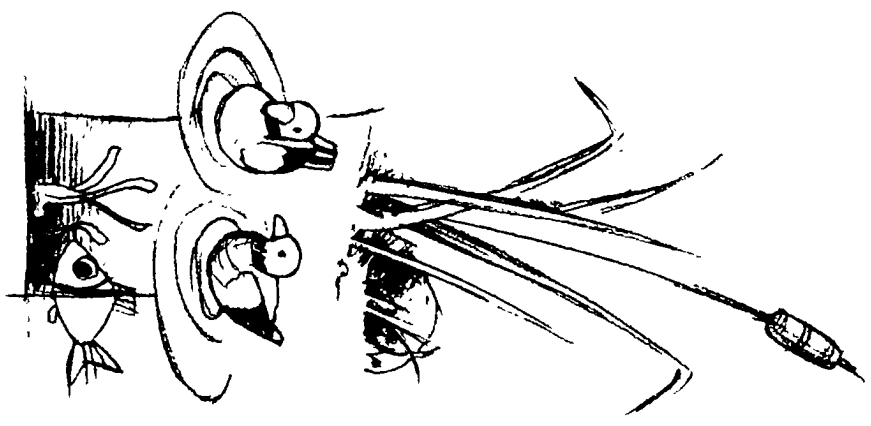
- BERTALANFFY, L. Teoría General de los Sistemas. Bogotá . Fondo de Cultura Económica, 1994.
- GUYTON, A. Tratado de Fisiología Médica. México : Mc Graw Hill, 1990.
- LANGLEY, M. Homeostasis. Alhambra, 1969.
- LOVELOCK, J. E. Una Nueva Visión de la Vida sobre la Tierra. Madrid . Orbis, 1998.

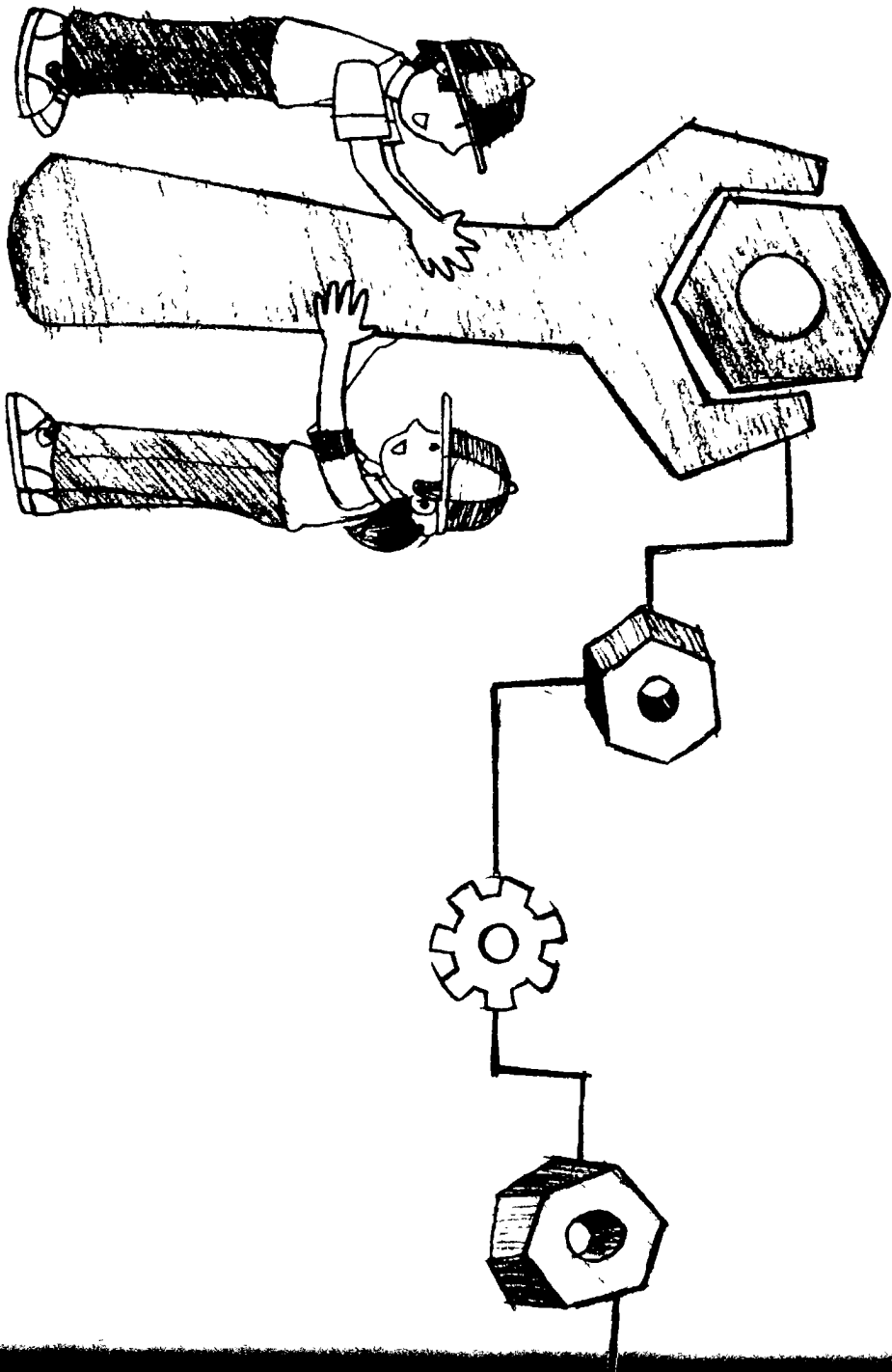


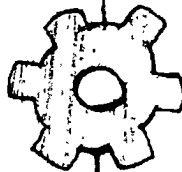
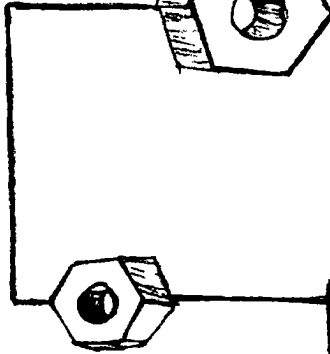
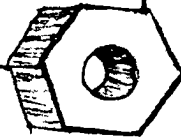
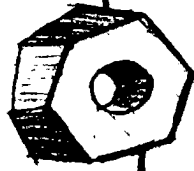
MORIN, E. Método La Naturaleza de la Naturaleza Madrid · Cátedra, 1986
PEDREROS, R. y otros La Autorregulación un Universo de Posibilidades.
EPE-Colciencias Bogotá Fuego Azul, 1999

Investigación en el aula

CANDELA, A. Ciencia en el Aula. Barcelona : Paidós, 1999.
PORLÁN, R. y MARTÍN, J. El Diario del Profesor. Un Recurso para la
Investigación en el Aula. Sevilla Díada, 1996









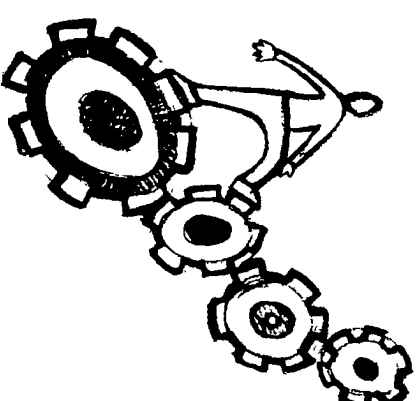
CONSTRUYAMOS MÁQUINAS* DESARROLLEMOS COMPETENCIAS

Magistras Innovadoras: Elizabeth Colmenares y Patricia Moreno

Experta acompañante: Martha Villanar

Experiencia Institucional: CED Nueva Esperanza y CED Luis López de Mesa

Somos muchos los esfuerzos que, como docentes, hemos hecho para mejorar nuestra práctica educativa y lograr los objetivos que se plantean donde laboramos. En este escrito relataremos la experiencia que tuvimos al realizar un proceso investigativo que fue creando y llegó a construirse en un proyecto de innovación, así como el trabajo de implementación y los resultados obtenidos a manera de experiencia pedagógica. Asimismo, mostraremos el proceso de construcción que como profesionales vivimos y que nos ha hecho crecer y madurar, para contribuir al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en nuestras instituciones.



Orígenes del proyecto

La idea de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje es una constante en los educadores, y nosotros no somos la excepción. En nuestro caso, asistimos a cursos, seminarios y programas de formación permanente de docentes del Distrito. En dichos espacios reflexionamos acerca de nuestra práctica educativa, aprendimos a analizar nuestra labor objetivamente y a enfrentar los retos que determinan una transformación de lo que hasta el momento había sido nuestra manera de ver la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Dos experiencias nos dieron la pauta para empezar a buscar estrategias diferentes de enseñanza. Estas experiencias influyeron en el diseño, formulación e implementación del proyecto de innovación *Conozcámos, Analicémos y Construyamos Máquinas Un Programa de Formación Permanente de Docentes de Ciencias Experimentales (PFPD)*, ofrecido por la Universidad Pedagógica y el Seminario *Aprendamos la Ciencia de Manera Lúdica*, dictado en la Universidad Nacional, dos años atrás.

La primera experiencia nos hizo comprender que, desde el aula de clase, se puede investigar y producir conocimiento pedagógico útil para otros contextos. Y que, de hecho, se pueden hacer actividades dirigidas a partir de programas guía, desde los postulados del modelo pedagógico de enseñanza y aprendizaje por investigación de las ciencias, cuyos principios constructivistas orienten el proceso educativo de una manera distinta a la puramente memorista, mecánica y repetitiva. Por otra parte, el PFPD nos aproximó a la idea de lo que es una *competencia* y a familiarizarnos con *competencias* de tipo cognitivo

una constante
ro caso, asisti-
e de docentes
práctica edu-
enfrentar los
omento había
ciencias.

ar estrategias
l diseño, for-
rganos, *Análisis*
ad Pedagógi-
do en la Uni-
l aula de cla-
ul para otros
gidas a partir
gico de ense-
s principios
distinta a la
el PFPD nos
tizarnos con

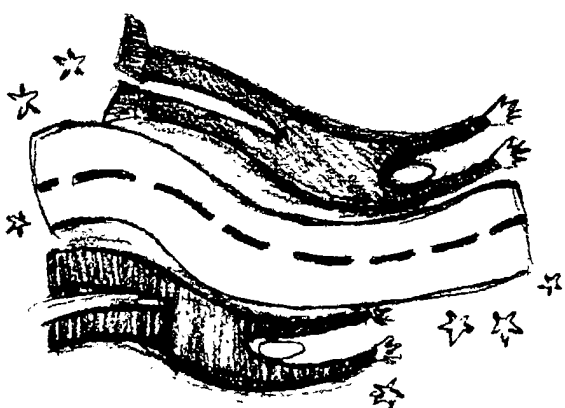
La segunda experiencia nos hizo pensar que el trabajo escolar debe trascender las puertas de la escuela y llegar a la comunidad educativa, aportando soluciones a problemas reales.

Identificando el problema en nuestros contextos escolares

Inicialmente, recurrimos a la observación directa de algunas situaciones en las instituciones donde laboramos (CED Nueva Esperanza y CED Luis López de Mesa), y vimos que los estudiantes tenían deficiencias conceptuales, actitudinales y procedimentales. Al hacer una revisión de los resultados de las pruebas censales, nos dimos cuenta que éstos mostraban un bajo nivel de desempeño en las competencias, esto es, en su potencialidad o capacidad para poner en escena un problema, para explicar o resolver su solución

Luego nos remitimos a los resultados generales aportados por la Secretaría de Educación en esta materia, y observamos que sucedía lo mismo en la mayoría de colegios de Bogotá. Reforzamos la información con lecturas de los reportes de las pruebas de *Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS)* y verificamos que existían dificultades, especialmente en aquellas “*actividades que involucran manipulación de equipos, observación, medición, solución de problemas, diseño y realización de un experimento o una investigación, toma y análisis de datos, aplicación de conocimientos sobre el tema de la experimentación para explicar datos, evaluar los resultados del proceso investigativo, equipos y materiales, y comunicar los hallazgos y las explicaciones*”.

Esta revisión evidenció la necesidad de mejorar el bajo nivel de desempeño en las *competencias* de ciencias naturales en nuestros estudiantes, sobre todo en la relacionada con el planteamiento y la argumentación de hipóte-



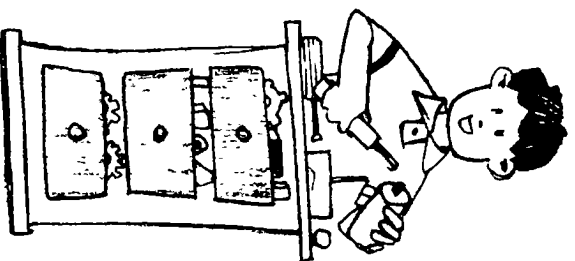
sis y regularidades, que comprende el planteamiento de relaciones condicionales, la predicción sobre condiciones, la identificación de diseños experimentales y la elaboración de conclusiones adecuadas.

Hasta ese momento teníamos el fundamento pedagógico, la variable cognitiva que queríamos abordar, pero hacía falta el objeto de conocimiento que se iba a usar como pretexto para contribuir al mejoramiento en el desempeño de la competencia mencionada.

Después de indagar los temas de los grados cuarto y sexto en los cuales trabajábamos, encontramos un tema común que se ajustaba a las dos instituciones involucradas en la innovación: *Máquinas Simples*

Este tema no sólo forma parte de la cotidianidad del alumno, sino que es estudiado superficialmente, en especial por quienes no tenemos formación en el área de física. Era una maravillosa oportunidad para profundizar en los principios físicos propios del tema y buscar que los estudiantes mejoraran su desempeño en el planteamiento y argumentación de hipótesis y regularidades, además de comprender los conceptos relacionados con máquinas simples.

Simultáneamente, se venía discutiendo la necesidad de incluir, dentro de la estrategia, actividades de finalización que implicaran un problema real, donde los estudiantes se sintieran partícipes de la solución con hechos concretos, no desde suposiciones. El proyecto *Máquinas Simples* nos daba la posibilidad de que los estudiantes pusieran su creatividad y los conceptos aprendidos durante la implementación para resolver una situación real que, en ese momento, se presentaba en los dos colegios: la construcción de los salones de clase, allí existía la necesidad del transporte de cargas



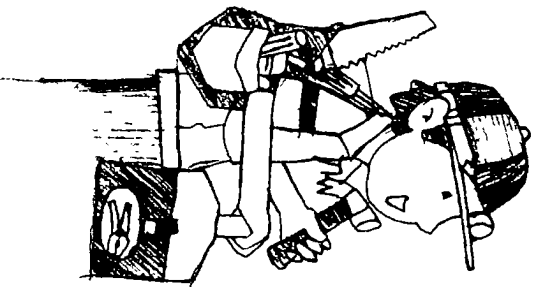
Trabajamos con 274 niños de los grados cuarto y sexto de las dos instituciones. Sus edades oscilaban entre los 8 y los 17 años. El perfil social de la población es de estrato bajo. Las familias se sostienen de negocios como la carpintería, la mecánica, el transporte de carga, etc

Aprendiendo a argumentar hipótesis y regularidades

Diseñamos e implementamos un programa guía, basado en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación con actividades atractivas, lúdicas, reflexivas e interactivas, que incluían resolución de problemas, elaboración de escritos, trabajos con juguetes, modelos de máquinas, puestas en común y la realización de la clase en distintos lugares dentro de cada institución. El proceso de implementación resultó tan divertido, interesante y enriquecedor tanto para los estudiantes y para nosotras, que al final este programa guía tomó la forma de una *Cartilla* para el estudiante, con algunas sugerencias para el profesor.

Tres tipos de actividades formaron parte de nuestro programa guía:

- ❖ Actividades motivantes de iniciación, con las que indagamos las ideas previas de los estudiantes.
- ❖ Actividades de desarrollo, con las que abordamos el desarrollo de la competencia y el manejo significativo de los conceptos relacionados con máquinas simples.
- ❖ Actividades de finalización, donde los alumnos realizaron una síntesis de lo aprendido, así como el diseño, la construcción y la presentación, de manera argumentada, de máquinas inventadas por ellos para solucionar el problema del transporte de cargas.



Fue grato vivenciar el desarrollo de competencias en los alumnos durante el proceso, desde las actividades iniciales –donde los estudiantes explicaban, a partir de concepciones cotidianas y de sentido común–, hasta un momento final, donde la construcción y la argumentación de las máquinas inventadas, estaba sustentada por los principios físicos implicados

No nos quedó duda que enfrentar al estudiante a situaciones de predicción y corroboración de hipótesis, contribuye a generar cambios conceptuales que conllevan a una evolución en el aprendizaje de los conceptos relacionados.

Durante la implementación de la estrategia didáctica, percibimos en los estudiantes gusto por la clase, ya que la consideraban diferente a las demás, y porque ofrecía la posibilidad de aprender jugando, manipulando y cuestionando la estructura de diversos objetos. Además, la utilización de espacios adicionales al aula escolar, les llevó a interesarse más en el trabajo desarrollado.

Por otro lado, hemos experimentado con los estudiantes la satisfacción de sernos ‘creadores’ de un producto práctico, construido desde principios y conceptos teóricos validados. Es importante señalar que hemos mejorado su autoestima al comprobar que el conocimiento es útil y su aplicación puede beneficiar efectivamente a la sociedad.

Por otra parte, la propuesta nos permitió acercar las familias al proceso educativo de sus hijos, haciéndolas partícipes de las actividades académicas y al favorecer la comunicación entre los miembros de la escuela y la comunidad.

los alumnos
os estudian-
sentido co-
argumenta-
s principios
es de predic-
pios concep-
os conceptos
bimos en los
e a las demás,
ando y cues-
ción de espa-
en el trabajo
a satisfacción
desde princi-
que hemos
es útil y su
las al proce-
dades acadé-
de la escuela y

Nicolás Cuesta, cuarto grado

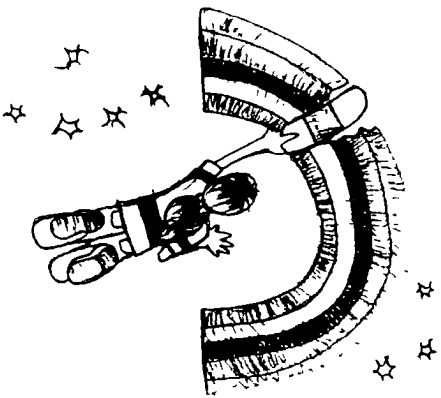
Es un niño de cuarto grado del CED Nueva Esperanza. En las actividades de indagación de ideas previas respondía a las preguntas de manera “descabellada”. Una de las actividades iniciales consistía en presentar situaciones cotidianas con máquinas simples y, a partir de la observación, él debía responder algunas cuestiones.

En la primera situación, hay dos niños en un balancín. Se pregunta sobre los elementos del dibujo y qué utilizan los niños para moverse de arriba abajo. Se esperaba que el estudiante hablara del balancín como una máquina. Sin embargo, respondió: *“En el dibujo se observan las cachuchas y los zapatos de los niños”*. Esta respuesta, así como la de otros, hacía relación a la parte cotidiana del dibujo que le llamaba la atención, no al balancín en el que los niños jugaban. Igual sucedía con la respuesta: *“Los niños están jugando, recreándose; para que los niños no se caigan”*

Otra respuesta interesante se notó cuando Nicolás debía responder sobre lo que le permite a un carro de mercado ser desplazado: *“Automático”*, dijo, la cual es una respuesta que nada tiene que ver con la pregunta.

En otros niños también se daban respuestas de este tipo o que sólo mencionaban una de las variables que permitían el funcionamiento de las máquinas representadas por los dibujos, como por ejemplo *“El balancín lo utilizan los niños para moverse de arriba hacia abajo, su peso; la fuerza; una tabla y algo que sostenga”*.

Al continuar con la implementación del proyecto, en Nicolás se observa un gran progreso. Le gustan las clases, le interesa el tema de máquinas, quiere



participar y dirigir actividades grupales. En la actividad de explicar el mecanismo de funcionamiento de un juguete, hizo un gran esfuerzo. representó las partes del juguete y explicó su funcionamiento con cierta lógica.

Además, Nicolás logró representar, esquemáticamente, la estructura y el funcionamiento de máquinas simples con base en sus principios y en sus características esenciales. Es decir, elaboró muy bien su mentefacto conceptual. Finalmente diseñó y construyó una de las mejores máquinas del Colegio, la cual era capaz de desplazar eficientemente materiales de construcción

Por otro lado, las hipótesis y las explicaciones sobre el funcionamiento de su máquina fueron muy buenas, y se aproximó de manera coherente a los principios físicos implicados, demostrando un nivel de argumentación significativamente superior al del comienzo de la implementación de la estrategia. Ello se evidencia en sus explicaciones sobre el mecanismo de la Torre Grúa

"La Torre Grúa tiene una capacidad de levantar más de ocho ladrillos y de transportarlos de un lugar a otro. Pero, ¿cómo hace esto? [L2] Torre Grúa tiene varillas máquinas simples, las cuales actúan en un tiempo dado, por ejemplo, la cuerda está en el cilindro del torno que pasa por tres poleas fijas que se mueven al girar la manija del torno, la cuerda pasa por las poleas fijas y en su punta tiene un gancho que es donde irá la fuerza de resistencia que subirá y bajará afuera o adentro del plañón. Cuando se quiere que la carga esté arriba pero [que] sea transportada, se utilizan las ruedas y unos seguros que están sujetos a una polea que ayuda a mover el brazo y el otro seguro está en la manija de torno que irá a la cabina. Mi máquina no tiene ventaja mecánica porque no tiene poleas móviles. Para que mi máquina fuera mucho mejor, le adicionaría una o más poleas móviles?"

er el meca-
representó
ca
uctura y el
s y en sus
ro concep-
s del Cole-
strucción
namiento
dherente a
mentación
ción de la
nismo de la
llos y de
ría tiene
mplo, la
nueven al
tiene un
adentro
Portada,
ayuda a
a cabina
a que mi

Al presentar y hacer funcionar la máquina en el Colegio, le gustaba que sus compañeros le preguntaran, pues conocía las respuestas a muchas de sus inquietudes. Por otro lado, al conversar con Nicolás sobre su experiencia, expresa: *‘Me han gustado mucho las clases y es la primera vez en la vida que invento una máquina, algo que realmente sirve’*.

Sus compañeros también estaban encarretados

‘Mi experiencia con la máquina fue muy divertida, cuando empecé a construirla con mi hermana Yuh y mi papá Miguel, me fascinó mucho. Al terminarla de hacer, me pareció muy divertido cuando uno se montaba y se empezaba a mover’. Paola Castañeda. CED Nueva Esperanza, grado sexto.

‘Después de que hicimos el diseño de la máquina que nos inventamos, nos pareció retado, súper fácil. Por primera vez en la historia de nuestras vidas habíamos inventado una máquina’. Diana Marcela Salazar, CED Nueva Esperanza, grado sexto.

Estos resultados y el de muchos otros estudiantes en las dos instituciones, nos permitieron establecer que la estrategia había tenido éxito, tanto en la parte emotiva, como en lo relacionado con el mejoramiento en el desempeño de la *competencia* en cuanto a la formulación de diseños experimentales relacionados con máquinas, el establecimiento y predicción de condiciones sobre su funcionamiento y la elaboración de conclusiones adecuadas.

En términos generales, los estudiantes construyeron máquinas que funcionaban y solucionaban el problema inmediato de transporte de materiales de construcción, a pesar de que algunos tenían serias dificultades económicas. La recursividad salió a flor de piel: los alumnos usaron el metal de

triccios arrumados, madera de muebles viejos, poleas de madera, etc. Esto nos demostró que los estudiantes, motivados y con una meta clara, pueden fabricar artefactos superando las dificultades.

Algunos estudiantes hicieron máquinas a una escala que no solucionaba un problema inmediato, otros trabajaron sin la ayuda de sus padres, por lo que eran máquinas pequeñas o que presentaban una gran fragilidad, pero en la mayoría de los casos se apreciaban sus esfuerzos por aplicar los principios físicos que estudiaban necesarios para su funcionamiento.

Otra forma de abordar la clase de ciencias

Sin duda, este proceso nos ha llevado a un cambio en la manera como abordábamos las clases de ciencias. Antes de vivir esta experiencia, las clases eran desde el tablero, usábamos los textos tradicionales para consulta, estrategias que, la mayor parte del tiempo, se desarrollaban en el aula de clase.

Como maestras, llevábamos la vozcería durante la mayoría de las actividades. Y si bien es cierto que se incluían actividades lúdicas dentro de la estrategia, éstas no estaban articuladas coherentemente ni apuntaban a un fin específico, sino que más bien eran para 'desestresar', para romper el hielo o la monotonía de las clases.

Esta experiencia nos enseña que es posible ser investigadoras noveles en el aula de clase, y que es posible partir de un modelo pedagógico para diseñar metodologías en donde se organicen secuencialmente actividades que racionalmente busquen la consecución de un fin concreto. Eso marca una diferencia significativa con lo que hacíamos antes, ahora sabe-

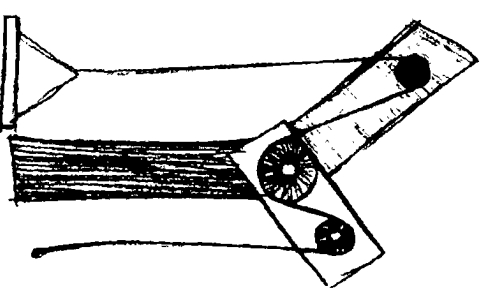
era, etc Esto
lara, pueden
solucionaba
adras, por lo
gitudad, pero
ficar los prin-
to
anera como
erencia, las
es para con-
llaban en el
de las activi-
dentro de la
untaban a un
tra romper el
oras noveles
agógico para
nte activida-
oncreto. Eso
, ahora sabe-

mos que podemos diseñar una estrategia similar que puede emplearse en otras temáticas

Asimismo, el proceso nos mostró la importancia de conocer las ideas previas que tienen nuestros estudiantes antes de aplicar una estrategia, si se quiere lograr un aprendizaje significativo y un cambio conceptual en ellos.

Es placentero comprender que la interacción en el aula, el aprendizaje y el disfrute pueden converger positivamente para los estudiantes y para nosotros como maestras, pues al hacer agradables las actividades para los alumnos, se genera un ambiente que propicia el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La estrategia nos deja la satisfacción de haber alcanzado las metas propuestas y de ver cómo, la orientación que damos como docentes, influyó enormemente en los estudiantes con resultados positivos. Y así como ellos se sintieron útiles, necesarios, capaces de solucionar un problema, nosotros sentimos la alegría de ver como ellos habían logrado los objetivos que nos habíamos propuesto.



Referencias

Aprendizaje por investigación

GIL, D. y otros. La Construcción de las Ciencias Físico-químicas Barcelona Nau Libres, 1990, pp. 7-24.

Competencias básicas

DÍAZ, C y RIVERA, H TIMSS Colombia. Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias. Santa Fe de Bogotá · Ministerio de Educación Nacional, 1997

OLAYA, A y otros. Nuevo Examen de Estado Cambios para el Siglo XXI. Bogotá ICFFES, 1999, pp 19 -22.

Secretaría de Educación Distrital. Evaluación de Competencias Básicas en Lenguaje y Matemáticas en Colegios de Calendario A. Bogotá, 2000.

Máquinas simples

DÍAZ, Carlos J. Habilidades en Ciencias y Matemáticas: para Desarrollar la Creatividad. TIMSS. Colombia Bogotá Ministerio De Educación Nacional. Serie, Publicaciones Para Maestros, 1997.

Enciclopedia Encarta 2000. Microsoft Corporation, 1993-1999.

PAT, Webster. Máquinas Simples Iniciales. Lego Dacta, 1998

ULLRICH, H. y Kiante, D. Iniciación Tecnológica en el Jardín de Infantes Y en los Primeros Grados de la Escuela Primaria. Buenos Aires Kapelusz, 1982

Barcelona :

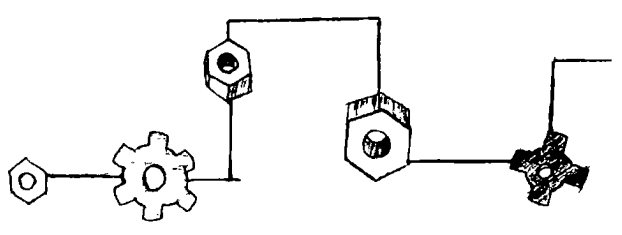
acional de
Educación

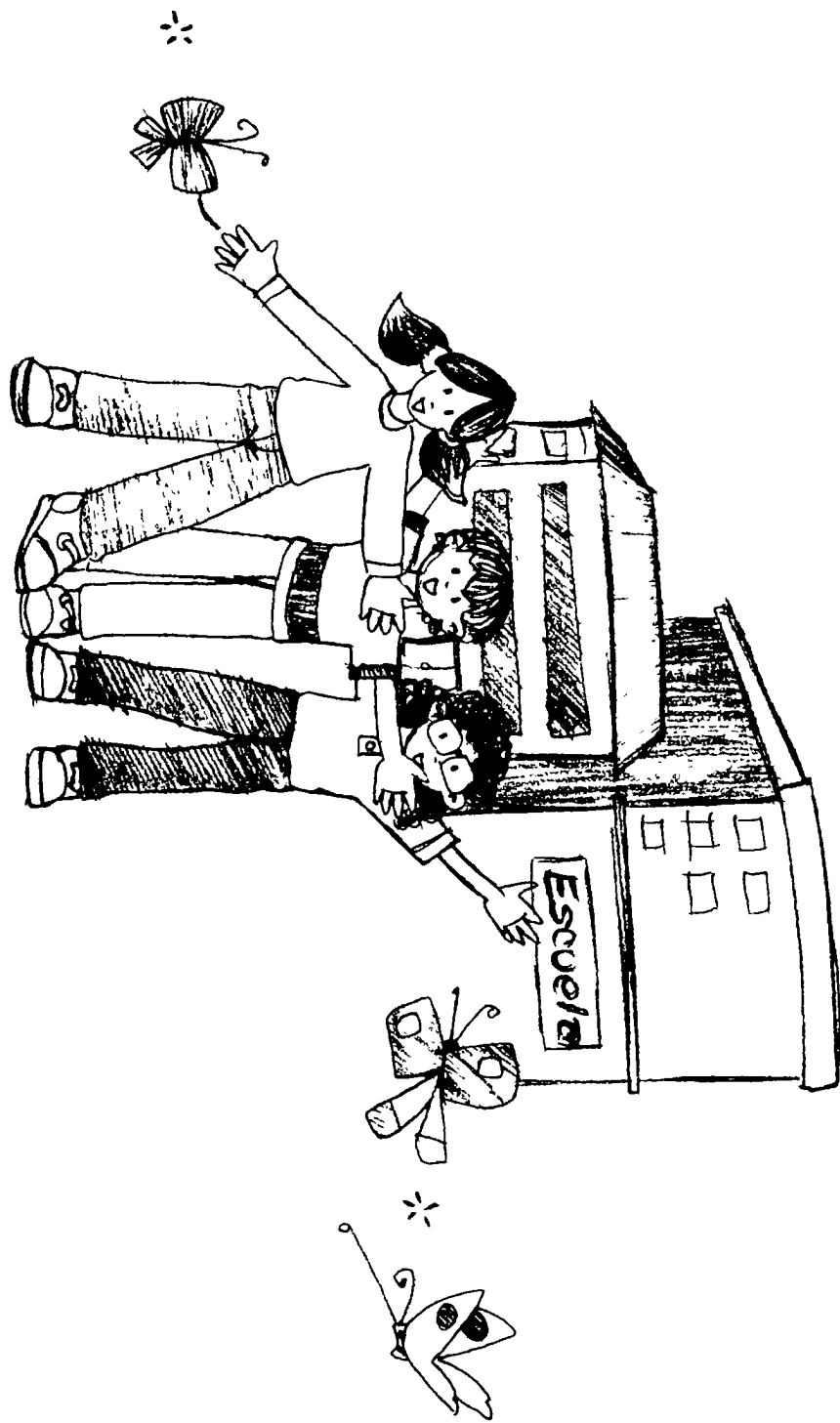
Siglo XXI.

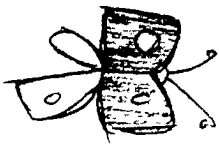
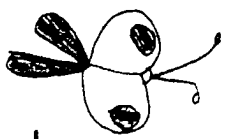
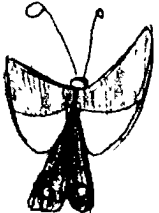
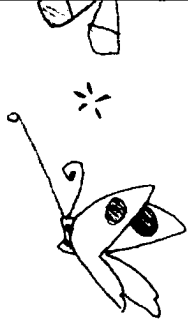
Básicas en
á, 2000.

Desarrollar la
Educación

de Infantes y
Kapelusz,









Los Colectivos Escolares

una forma de disfrutar del conocimiento

Maestros innovadores: Lina Marcela Bustos Piñeros y Helmer Páez Eñóez.

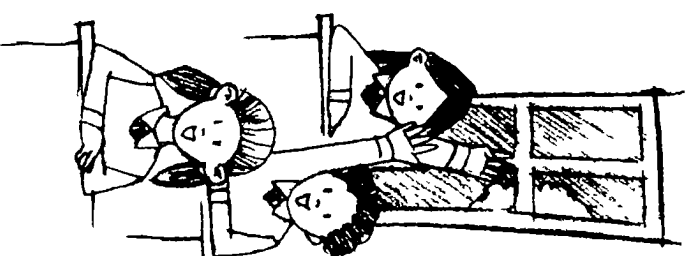
Ma. Eugenia Rodríguez González y Adriana Londoño Duque.

Expertas acompañantes: Olga Méndez Núñez y Diana Rojas Suárez.

Experiencia en red: CED Villa María y Gerardo Paredes M. Red de Maestros de Ciencias de Suba

Sonar con hacer de la escuela un lugar diferente donde maestros y estudiantes vivencien la alegría de conocer y compartan sus experiencias, nos ha llevado a realizar la propuesta de innovación *Desarrollo de la actitud científica una experiencia de trabajo a partir de colectivos escolares*, que vincula a estudiantes de segundo de primaria y del Club de Inglés del Centro Educativo Villa María, a estudiantes de séptimo y noveno grado de secundaria del Colegio Gerardo Paredes Martínez, así como a estudiantes de otros colegios de la localidad de Suba

Con esta propuesta se busca que la enseñanza de las ciencias sensibilice a los estudiantes con su entorno, con la vida, con sus pares, y les posibilite interactuar con el mundo de una manera emocionante, reflexi-



100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

va, ética y amorosa. Esto es, que se nos convierta en costumbre preguntarnos por cada fenómeno, por cada ser, y tratar de explicarnos qué hace posible ese fenómeno.

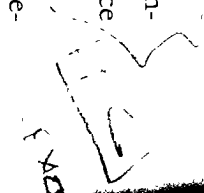
De esta manera, las actividades de la clase como exploración de intereses, desarrollo de proyectos en colectivo, salidas de campo, encuentros interinstitucionales y diseños experimentales, se convierten en pretextos para crear espacios de encuentro y reflexión colectiva, así como en estrategias para el desarrollo de la actitud científica. Soñamos con formar colectivos escolares en y para la localidad y desarrollar en estudiantes, maestros y padres una actitud que les permita preguntarse, curiosear, leer, liderar, trabajar colaborativamente y en definitiva disfrutar del conocimiento

Vivencias de aula

El caso de secundaria

En las propuestas desarrolladas en séptimo y noveno grado entendimos que no sólo hay que desarrollar actitudes para comprender conceptos, sino que también es necesario generar una mejor convivencia escolar-social, y esto se puede hacer a través de los *Colectivos escolares*. Por eso planeamos un trabajo que partiera de las inquietudes de los estudiantes, de su cotidianidad, pensada como las situaciones que los estudiantes viven a partir de sus experiencias directas o indirectas, de la información recibida por los medios de comunicación, no de la del libro y de programas curriculares. Pusimos en marcha una estrategia a partir de problemas formulados por los estudiantes, organizados en grupos de trabajo, preocupados por mantener el interés y el disfrute por el conocimiento

mbre pregun-
nos que hace
ción de intere-
o, encuentros
en pretextos
mo en estrate-
format colec-
ntes, maestros
rt, leer, liderar,
ocimiento. ✓

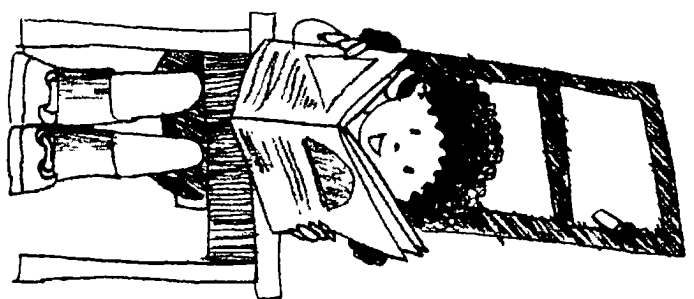


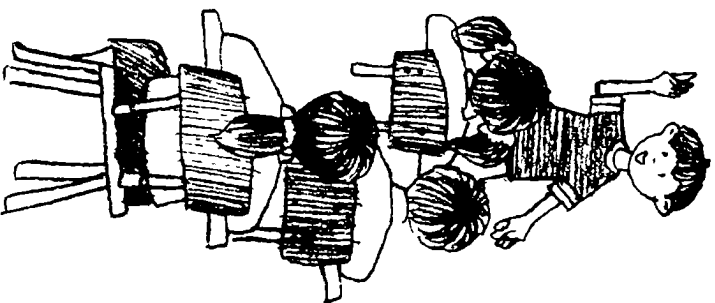
Esto lo reforzaríamos con valores como la solidaridad, la tolerancia y el respeto por el otro. Al mismo tiempo, se fortalecería la argumentación de ideas, la realización de las producciones y la comunicación de avances en los procesos de comprensión

Nuestros estudiantes se entusiasmaron mucho con la propuesta y se involucraron en su desarrollo. Les era atractivo participar en la formulación de las temáticas a trabajar durante el año escolar, como comenta Tatiana: *"Hay profesores que llegan, empiegan el año escolar, y desde enero tienen las clases preparadas para todo el año. El primer período empiegan y dicen esto es así, copien esto, haganme un trabajo y ya ¿Preguntas? ¿Y uno qué puede decir?"* Continúa Andrés: *"Qué tal, tener que trabajar un tema que a uno no le gusta";* y Leydi: *"La mayoría, si no le gusta, no le pone ganas, si lo hace es por obligación, por la nota".*

En grado noveno el trabajo se desarrolló a partir de diferentes temáticas (célula, sistemas, genética, astronomía, ciclos biológicos, evolución) y en sexto a partir de los dinosaurios. Esto no sólo hizo que los maestros nos enseñáramos a un esquema específico de trabajo para los dos grados sin diferenciarlos, sino que nos mantuviéramos en constante cuestionamiento de qué hacer, cómo seguir. Por otro lado, además de mantenernos en constante comunicación, asumimos la práctica pedagógica como un objeto de estudio y reflexión, mientras buscábamos la validez conceptual y metodológica de nuestra propuesta.

Nos dimos cuenta de la importancia de compartir con otros maestros el trabajo que vivíamos a diario en el aula, por esta razón fueron más frecuentes nuestros encuentros para discutir y enriquecer nuestro quehacer docente. Al observar en los estudiantes la misma situación, abrimos espa-





cios de interacción, como *La hora del cuento*, para que se desarrollara en ellos la capacidad de argumentación y se fortaleciera el proceso lector

Esta forma de trabajo colectivo, además de su intención académica, hizo que los estudiantes entraran en una dinámica de beneficio de grupo, en la cual compartían información y reconocían esfuerzos, generando relaciones estables de trabajo y aprendizaje, amistad y comprensión de temas específicos que son aplicados a situaciones reales de la vida. En palabras de Tatiana: *"Tú estás bien, pero el otro está mal, entonces a ti no te importa, pero tienes que darte cuenta que él te tiene que importar, porque él te está aportando algo, tiene que nivelar la balanza, si él cae tú vas cayendo porque es tu trabajo y es tu amigo"*.

Se hizo evidente que el conocimiento no puede darse sin una vivencia del mismo, como señala Andrés: *"En un libro uno lee y ya, no [es] algo que uno pueda demostrar y decir: esto sirvió y pasó por esto"*. Los estudiantes comenzaron a proponer prácticas de laboratorio y a elaborar modelos que surgían de la necesidad de explicar situaciones, y no como una imposición del maestro o del libro de texto para seguir pasos predeterminados con resultados exactos, como afirma Robinson refiriéndose a la oportunidad de diseñar laboratorios: *"Comprobar y formular nosotros mismos nuestro trabajo"*.

Los estudiantes empiezan a pedir tiempo para revisar sus avances, ya no se limitan a presentar cualquier cosa o quedarse con lo que el libro dice, esto exige tiempo y paciencia de ellos y del maestro; es necesario agregar horas extra a las horas de clase. Además, la ausencia del trabajo interdisciplinario y la constante puya de algunos maestros, quienes en lugar de acercarse a ver el proceso lo entorpecen, hizo que los estudiantes de-

desarrollara en
o lector
académica,
o de grupo,
generando
tensión de
la vida. En
*es a ti no te
porque el te está
porque es tu
na vivencia
algo que uno
comenzaron
urgían de la
del maestro
rados exac-
señar labo-
nces, ya no
libro dice,
rio agregar
el trabajo
es en lugar
diantes de-*

fendieran y valoraran su proyecto, que dieran la pelea por los espacios, y que utilizaran estrategias como negociar con los maestros, como nos cuenta Leydi. *“Cuando no nos dan el permiso, nosotros vamos y los convencemos, les damos que a primera hora les entregamos los trabajos”.*

Al ver el resultado de sus proyectos y sus avances con ayuda del maestro, se escuchan comentarios. *“Todo lo que vemos avanzado y no nos habíamos dado cuenta de todo lo que habíamos hecho”.* *“Llevamos un año trabajando en este proyecto y ya estamos formulando nuestros laboratorios”* Esto muestra que los estudiantes son conscientes de sus procesos de comprensión

La construcción de *Colectivos escolares* comienza en el salón de clase, con la conformación de pequeños grupos que evolucionan académicamente y crean relaciones sociales. Pero para que esta dinámica funcione, es necesario que los profesores se organicen en equipo, así los estudiantes pueden encontrar ambientes de cooperación y apoyo mutuo. Al respecto, los estudiantes afirman: *“Una hablaba para los grupos 701 y 901, y se apoyaba en Heimer”.*

El maestro se convierte en un elemento estratégico: acompaña la organización del trabajo, guía en forma casi personalizada—cada grupo va a un ritmo diferente—, realiza asesorías y controles, organiza y revisa registros. Para desarrollar la actitud científica, que es nuestro caso, la metodología no es única, requiere de varias estrategias como la resolución de problemas contextuales, la formulación de preguntas desde la cotidianidad y el desarrollo de proyectos. Los comentarios de Andrés lo demuestran. *“La metodología la creamos juntos, y sin darnos cuenta, se fue creando en conjunto”*, o como afirma Leydi. *“La metodología que utilizamos fue la de cambiar la relación maestro-alumno, así como la forma de expresar lo que sentimos y de participar en nuestro*

aprendizaje” “Una nos dio espacios para explicarnos, para hacernos ver las cosas, para que nos podamos expresar mejor”.

El maestro hace que el interés del estudiante evolucione desde la indiferencia o la apatía a uno activo por el conocimiento. En este tipo de trabajo cobra gran importancia el papel motivador y seductor del maestro. No por ser estudiantes de secundaria hay que ser rígido y aburrido. Es importante recuperar el juego, la tertulia y las actividades recreativas que lleven al estudiante a comprender divirtiéndose, a no perder la capacidad de asombro. En este sentido, Andrés comenta: “Uno no se dedica solamente a escribir o leer, a veces jugamos en La hora del cuento o hacemos laboratorios como en 608 (el año pasado) que hemos hecho nosotros [...] y este año los laboratorios salieron de ahí, de haberlo hecho nosotros”.

Aunque hay muchos logros, como las nuevas preguntas de trabajo, la elaboración de cuadros y mapas conceptuales con la información recopilada, la elaboración de cartillas, el diseño de experiencias de laboratorio y la consolidación de equipos de trabajo, hay que reconocer que para los estudiantes este es un proceso difícil de entender, pues como dicen algunos, es más fácil trabajar los textos de grado porque ahí viene toda la información, aunque no produzca la misma satisfacción: “Es más fácil, pero uno no siente el trabajo. Como yo investigué esto y formulé mis propias preguntas y la información yo la digamos que yo la armé de cierta forma, entonces siento que eso es lo que yo realicé, entonces es mi trabajo, no el trabajo de los libros porque qué chiste”, afirma Andrés.

Lo importante es disfrutar las Ciencias Naturales como maestro y como estudiante, arriesgarse constantemente a ensayar nuevas estrategias, valorar los errores como puntos de partida y romper las relaciones jerárquicas reconociendo que todos aprendemos de y con todos.

ver las cosas,

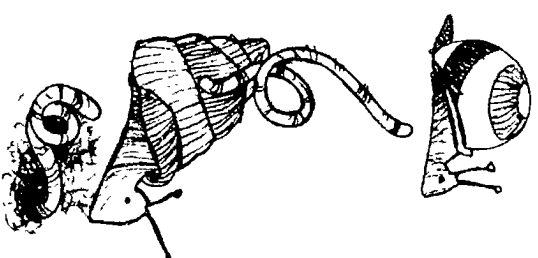
la indiferencia por el trabajo cobra por ser este un momento de recuperación y de comprensión. En este sentido, Anzorinos en La hora de los maestros [...] de trabajo, la comprensión y el aprendizaje en el laboratorio y la participación de los estudiantes en algunos, es una experiencia de formación, como no siente el alumno la formación y la que yo realicé, en la experiencia de Arma Andrés. Este y como en las estrategias, valoraciones y jerárquicas

La aventura de explorar, sentir e interactuar El caso de primaria

El dinamismo, la espontaneidad, la alegría, la curiosidad y el deseo de cooperar de los niños, favorecen la creación de espacios para construir conocimiento recuperando sus intereses. Es el caso de Patricia, una niña de primer grado, quien construyó un terrario para observar caracoles y lombrices. Al día siguiente, asombrada porque las lombrices no estaban, dijo que “*los caracoles se las habían comido*”

Esta situación generó interés en Paty y sus compañeros por observar lo que pasaba a gran escala. Esto creó la idea de construir un lugar donde todos pudieran ‘observar lo mismo’. Entonces nos dimos a la tarea de construir *El Rancho alegre de los sueños*. Allí sembramos árboles para tener animales y poder observarlos. Hoy hay unos 50 árboles, aves, moluscos, anélidos (lombrices comunes y rojas californianas), insectos y arañas, entre otros.

En el caso de primaria, el trabajo de aula en ciencias se articula con el de inglés haciendo que esta clase sea contextualizada. Así se conforma el Club de inglés, integrado por estudiantes de 3º, 4º y 5º. En esta clase los estudiantes visitan el bosque y conocen árboles, arbustos e insectos. Una vez trabajado y referenciado el tema en clases de español y ciencias, se reconocen textos, canciones, juegos, videos en idioma extranjero, posteriormente se pasa a clases de arte y dibujo. El conocimiento es un todo que se trabaja desde cualquier disciplina facilitando al estudiante dar cuenta de relaciones, formulación de preguntas, búsqueda de información y conceptualizaciones

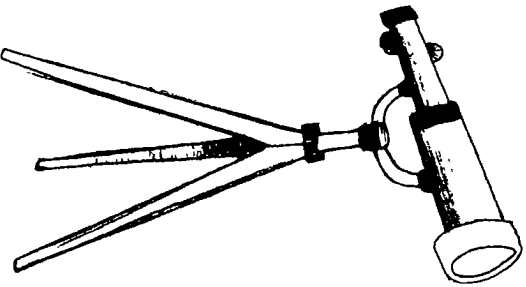


En el Club de inglés se proyectan videos (tanto películas como documentales) sobre dinosaurios, temática que constituye un punto de encuentro con los estudiantes, y permite realizar consultas y salidas a parques aledaños, como el Cerro de La Conejera y el Jardín Botánico. A raíz de estos procesos se fortalece y resignifica el trabajo del boletín literario cuyos arúfices son los estudiantes y maestros conectados con un motivo común el *Rinconcito alegre de los sueños*. En el marco de los encuentros y los eventos culturales en los que se entretienen narración, ciencia y ecología, hace sus primeros ensayos la Emisora Escolar, que rescata la voz del estudiante frente al acontecer diario de la escuela.

Con las actividades realizadas entre maestros y estudiantes, se puede reflexionar la práctica pedagógica, acercarnos, mirar de otra manera la ciencia y, algo muy importante: aprender a sistematizar lo que hacemos, pensamos y sentimos, así como la manera de reconocer la profesión docente de forma compleja. Con ella se aporta al desarrollo de nuestros estudiantes de Básica primaria

Cuando lo *Colectivo* traspasa los muros del aula

Los encuentros interinstitucionales nacen de la permanente inquietud por lograr que los estudiantes disfruten y se apropien de los espacios en y fuera de la escuela. Por ello nos la jugamos por ir más allá de los muros, por buscar el encuentro afectivo y de saberes de maestros y estudiantes reconociéndonos como protagonistas del conocimiento. Los encuentros entre 'Gerardo y María' (Colegios Gerardo Paredes y CED Villa María) fueron la base para que los estudiantes de las dos institu-



omo docu-
de encuen-

a parques

A raíz de
terario cu-
un motivo
ntros y los
y ecología,
z del estu-

, se puede
ra la ciencia
pensamos
nte de for-
diantes de

nte inquie-
os espacios
allá de los
tros y estu-
ento. Los
les y CED
instruccio-

nes asumieran roles de liderazgo, organización y verdadera responsabilidad en el desarrollo de sus propuestas

El bosque, las bibliotecas, los parques, la salida a otros colegios, las calles, los polideportivos, las granjas, los centros interactivos de ciencia y los museos aportan una visión holística de la relación del conocimiento con la vida cotidiana. En este sentido, el trabajo interinstitucional modifica las formas de conocimiento individualistas y descontextualizadas, e influye en espacios que antes se veían lejanos y privados

En los eventos interinstitucionales entre 'María y Gerardo', a veces experimentamos emociones encontradas, incertidumbres, pero a la vez hay hallazgos que nos animan a continuar. En ellos los estudiantes confrontan las metodologías utilizadas por los maestros, argumentando sus críticas y mostrando su deseo de aprender haciendo, poniendo en tela de juicio algunas decisiones y dogmas sin sentido: *"Un profesor sabe, pero no se las sabe todas. Muchas veces hay que ayudarle; uno es el que le enseña al profesor"*, dice Leydi, estudiante de 7º. Para los encuentros se diseñaron actividades que integran a los estudiantes de primaria y secundaria, las cuales dieron a conocer las expectativas de cada grupo. Por otro lado, a la vez que se conformaron colectivos, se reconocieron liderazgos y se sopesaron los avances y las dificultades de las propuestas de aula.

El trabajo de exploración en el bosque, el cine-foro sobre dinosaurios, los experimentos, las canciones ecológicas y en inglés, dejaron ver el interés de los estudiantes de las dos instituciones y su integración afectiva: *"Aprendemos a comprender a los niños de Villa María en la forma de actuar"*, comenta Andrés.

Las relaciones entre estudiantes y maestros son tan diferentes como en

la elaboración de conocimiento, que cuestiona cualquier forma de masificación y dicadura de temáticas fragmentadas: *"Nuestra relación no es casi como de profesor-alumna, sino como de amigos Decir Lima a Lima y no Profé. Los otros dicen que es falta de respeto, pero yo creo que no es así"*, afirma Robinson.

Pensándonos como localidad

El regreso a las reuniones de la Red de Ciencias, después de varios meses de ausencia, y el encuentro con compañeros con quienes habíamos trabajado anteriormente, nos motivó a hablar sobre lo que se hizo, lo que se estaba haciendo y sobre lo que se iba a hacer en la Red. Se buscaba recuperar el espacio de encuentro de los docentes para intercambiar saberes, opiniones, propuestas de proyectos, ideas y locuras en pro de nuestra práctica pedagógica.

Es así como surgen varias propuestas de trabajo, como la de dar continuidad a los Encuentros Locales de Estudiantes, de los cuales ya se habían realizado dos. Invitamos a las instituciones de la Localidad a participar en la organización de este evento. Asistieron al llamado delegaciones de varias instituciones que marcaron las pautas de trabajo, a la vez que propusieron encuentros quincenales, los cuales se caracterizaron por la organización a partir de los comentarios, observaciones y propuestas de los estudiantes.

Luego de varias sesiones de exploración de temáticas, intereses y liderazgo, surgieron los objetivos del colectivo: desarrollar actividades que fortalecieran el trabajo y la construcción de colectivos de maestros y estudiantes, ganar y conservar espacios de encuentros y organización estudiantil, desarrollar procesos de construcción de conocimiento y fomentar lazos de afectividad, amistad y trabajo a nivel local.

forma de
relación no es
no Profe Las
Robinson.

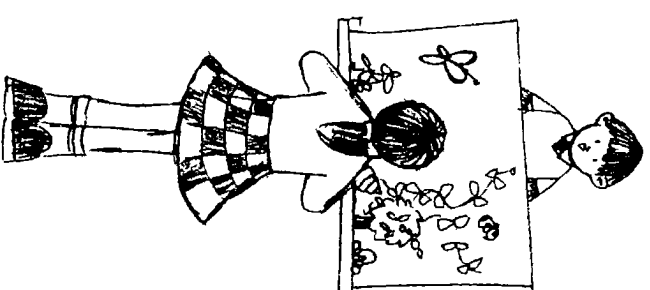
dos meses de
os trabajado
que se estaba
recuperar el
s, opiniones,
a pedagógica
de dar conti-
ya se habían
participar en
nes de varias
propusieron
ganización a
estudiantes.
, intereses y
tividades que
estros y estu-
ón estudian-
fomentar la-

La socialización facilitó la integración de nuevos grupos conformados por estudiantes de algunas instituciones. Este paso renovó el trabajo en colectivo, pues implicó llegar a acuerdos para establecer nuevos horarios de encuentro y asumir responsabilidades fuera de la instrucción. Lo mejor es que esto condujo a la integración de padres de familia que acompañaron el desarrollo de las actividades.

Las anteriores acciones se convirtieron en un trabajo lúdico, recreativo, organizado alrededor de conversatorios y talleres donde se analizaron temas como drogadicción, alcoholismo, sexualidad, desarrollo humano y salidas pedagógicas por la localidad. La organización y la realización del Encuentro sirvió también para mejorar las relaciones entre los integrantes del grupo. Pero éstos no se conformaron fácilmente, sino a través de argumentaciones que defendían intereses y situaciones hasta llegar a la concertación de temas de interés común en beneficio propio.

El III Encuentro de Estudiantes de Suba, después de varios meses de organización, demostró que con apoyo los estudiantes pueden organizarse, compartir conocimiento y hacer realidad sus sueños. Esto lo podemos leer en expresiones como la de Alejandro, del curso 201 del CED Villa María, quien dijo: *"Nos gustó porque nos escucharon, y nos sentimos tristes porque nos hicieron preguntas, pero nos gustó compartir con grandes"*. Uno de sus sueños era contarle a los 'grandes', como dice él, lo que hacen en su escuela.

Se identificaron tres ejes alrededor de los cuales giró este evento. Uno de ellos, el *Cultural*, presentó expresiones artísticas de algunas instituciones de la Localidad y otras invitadas, además se conocieron sitios como el Polideportivo, el CADE y el Colegio La Garrana, que siendo de la Localidad eran descono-



cidos para algunos de los participantes, como Johana Piraccoca y Mauricio Riaño, quienes expresaron: *"Nos gustó la experiencia, nuestra exposición, así como las de los demás, hasta la comida nos gustó, pero lo que más nos gustó fue haber conoado al Colegio La Gaitana, sus instalaciones, su gente, su balón, etc."*

Otro eje fue el de Ciencia. Pudimos vivenciar que se puede hacer cercana a los estudiantes, que no son necesarios lugares ni equipos especiales para acceder a ella. Esto lo percibieron estudiantes del CED El Salitre: *"Ser científico es verle el punto a las cosas sin tener un laboratorio al lado"*.

El tercer eje fue la Lídica, con expresiones como: *"Fue rebaicano juntarnos con la gente de otras instituciones, sobre todo cuando jugamos con la profe"*, mostraron la importancia de ser pares con los estudiantes y que eventos como estos permiten romper las jerarquías.

Durante el desarrollo del evento, entre los estudiantes se lograron vivenciar actitudes de reconocimiento y respeto por el trabajo del otro: escucharon atentamente las exposiciones e hicieron comentarios al final. Respecto a esto, los estudiantes del CED Villa María comentaron: *"Demasado interesantes las exposaciones de otros colegas. Nos enseñaron muchas cosas y aprendimos demasado, como por ejemplo aprender a valorar el trabajo de los demás"*. También se observó el sentido de organización y cumplimiento: *"Nos pareció que estuvo bien organizado porque las horas dispuestas para cada actividad concordaban"*.

En el grupo organizador se observaron las mismas actitudes de los encuentros quincenales: liderazgo, agilidad e inteligencia a la hora de resolver situaciones complejas en sus sitios de trabajo. La mayoría de ellos reaccionó con responsabilidad, entusiasmo y actitud emprendedora las 'tareas' asignadas. También se hizo visible entre ellos el espíritu colaborador. No

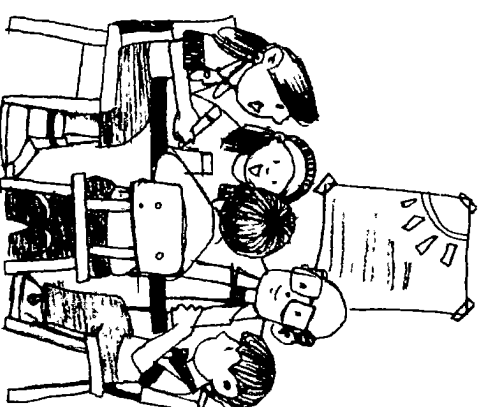
y Mauricio
ción, así como
ber conocido
er cercana
cales para
altre: "Ser
no juntarnos
mostraron
omo estos
n vivenciar
scucharon
Respecto a
interesantes
s demasado,
observó el
organizado
des de los
a de resol-
e ellos rea-
las 'tareas'
rador No

importaba que no pertenecieran al mismo grupo de trabajo, se sentían comprometidos en el logro de los resultados "Logramos gran asistencia. Se cumplieron los objetivos, intercambiamos ideas, aprendimos a ser responsables y a trabajar en equipo", dijeron varios estudiantes del Colegio El Salitre

Para los estudiantes de la Localidad, que luchan contra la exclusión y la marginalidad, los *Colectivos escolares* se constituyen en espacios de participación y cooperación. En este sentido, los *Colectivos* que constituimos fortalecen procesos de socialización que articulan modos de ser y estrategias para enfrentar los problemas escolares y de la vida, así como para comparar metas e ideales: "Desde mi punto de vista, el Encuentro nos dio la oportunidad de dar a conocer nuestras habilidades y nuestros puntos de vista en cuanto a muchas cosas", afirma Yury Quinchanegua, del CED Nueva Colombia

Las posibilidades de distracción y autorreconocimiento que esta experiencia ha brindado a los estudiantes, es una razón más para fortalecer dinámicas de construcción de colectivos desde la diferencia, donde respetamos y reconocemos al otro, más que tolerarlo y soportarlo.

A partir de esta experiencia reafirmamos que los espacios ganados por la Red de Ciencias Naturales de Suba, son reconocidos como puntos de encuentro alrededor de los cuales se interactúa en torno al desarrollo de las Ciencias Naturales. Ello propicia la reflexión de temáticas sociales que responden a las vivencias e intereses de maestros y estudiantes. También hemos vivenciado que es posible reemplazar una escuela donde se privilegia la soledad, el individualismo, la competitividad y la obediencia, por una que promueve el trabajo colectivo, la responsabilidad y la autonomía



Referencias

Actitud científica

- Informe final del proyecto "El problema de la formación de una Actitud Científica en el niño a través de la Enseñanza de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria". Carlos Federici Casas y otros. Bogotá : Colciencias, 1984
- Revista virtual. Cinta de Moebio No. 3, abril de 1998 y No. 5 de 1999. Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Chile. <http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/moebio/03/frames48.htm>
- GAGNÉ, Robert. Las Condiciones del Aprendizaje. México : Interamericana, 1979.
- ESCUDERO ESCORZA, Tomás. La Evaluación de las Actitudes Científicas. ICE Universidad de Zaragoza
- RODRÍGUEZ G., María Eugenia. Desarrollo de la Actitud Científica desde la Básica Primaria Tesis de Grado La Habana I C.R.P, 2000.

Aprendizaje colaborativo

- PANITZ, T. Sí, Hay una gran Diferencia entre el Paradigma del Aprendizaje Cooperativo y el del Aprendizaje Colaborativo.
- www.lag.itesm.mx/profesores/servicio/congreso/documentos/CoopVsColabPanitz.doc
- ZAÑARTU CORREA, L M. Aprendizaje Colaborativo: una Nueva Forma de Diálogo Interpersonal y en Red. www.elprincipem.com/academia/telefonas/index56.shtml

una Actitud
ticas y de las
Casas y otros.

5 de 1999.
hile. <http://48.htm>

eramericana,
s Científicas.
ntífica desde
000.

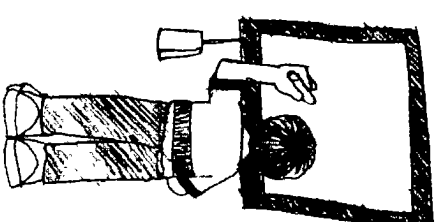
l Aprendizaje
documentos/
eva Forma de
ademia/telef/

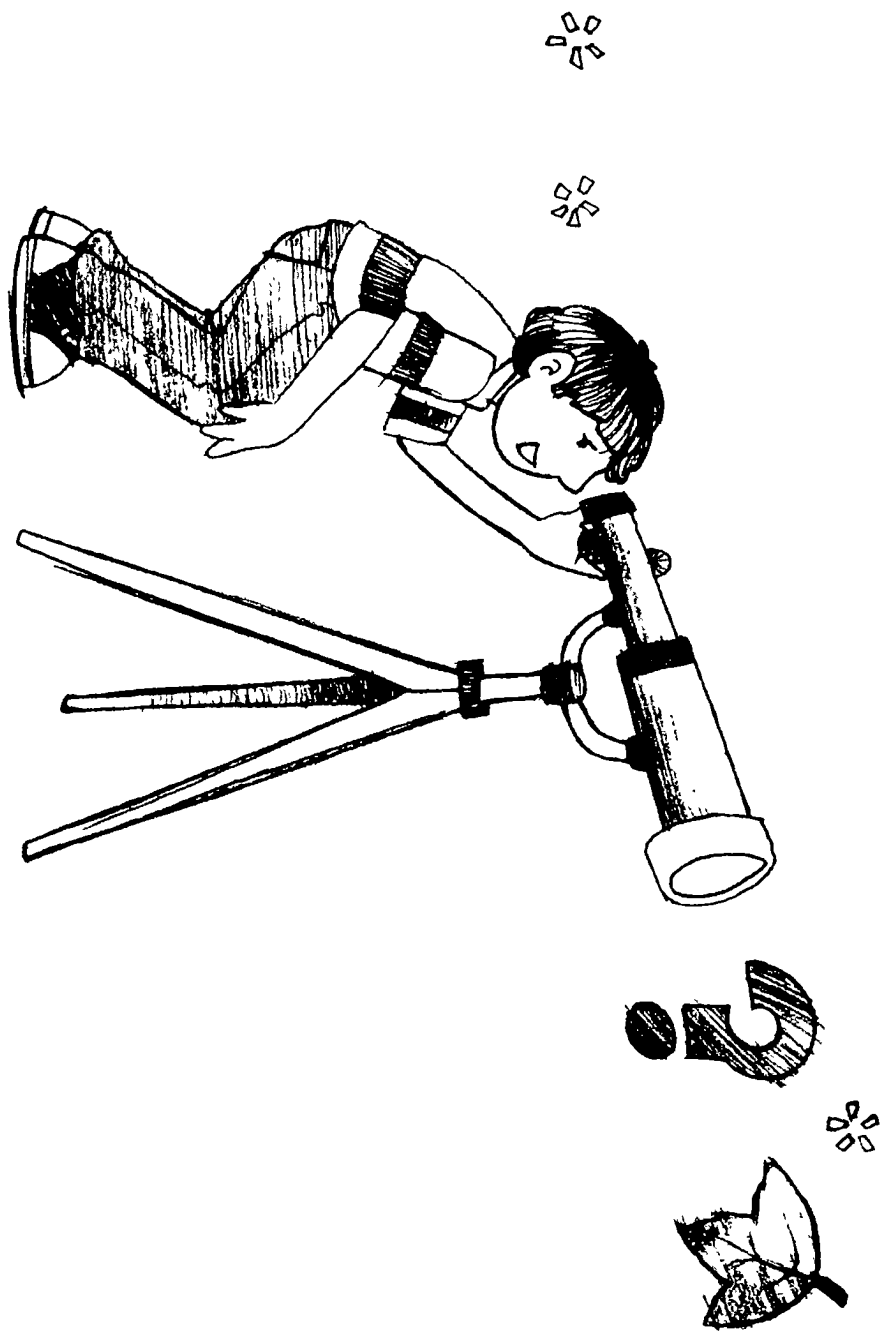
Colectivos escolares

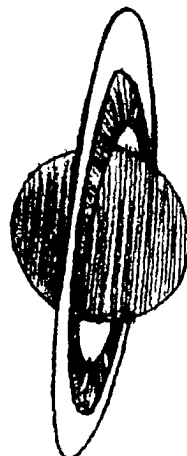
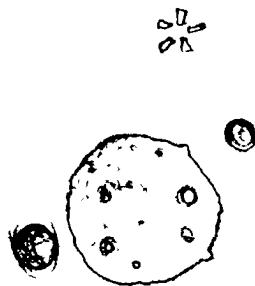
Los Maestros, las Redes de Intercambio y la Transformación Escolar. Segundo Encuentro Iberoamericano de Colectivos Escolares que hacen Investigación desde la Escuela. Mimeo, U P N de México, 1999
Huellas y Registros. Encuentro Nacional de Viajeros. Expedición Pedagógica Nacional. Bogotá : UPN, 2001

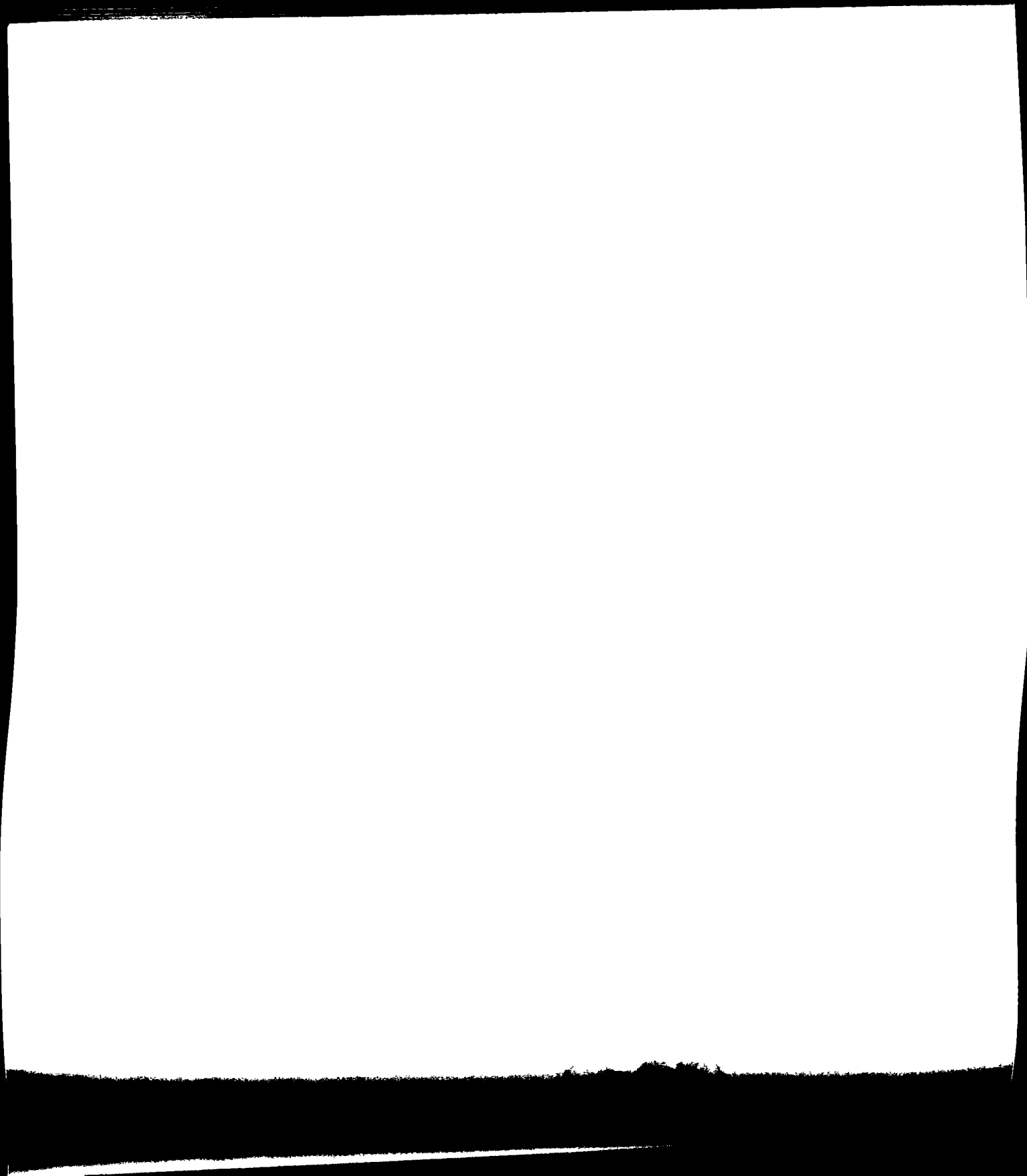
Enseñanza de las ciencias

CANDELA, Antonia. Ciencia en el Aula. México · Paidós, 1999.
BACHELARD, Gaston. La Formación del Espíritu Científico. Buenos Aires · Siglo XXI, 1990.
SEGURA, Dino y otros. Vivencias de Conocimiento y Cambio Cultural. Bogotá EPE, 1995.
SEGURA, Dino. Enseñar Ciencias vs. Hacer ciencias. En : Alegría de Enseñar, N° 34
BAUTISTA, Germán y RODRÍGUEZ, Luz Dary. La Ciencia como una Actividad de Construcción de Explicaciones. En Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias, Física y Cultura N° 2, 1996.
OSBORNE, John y otros. Formas de Explicar. España · Santillana, 1996









Investigación

Maestros Innovadores: David Andrés Sánchez Bonell, Paula Andrés Valencia Villa.

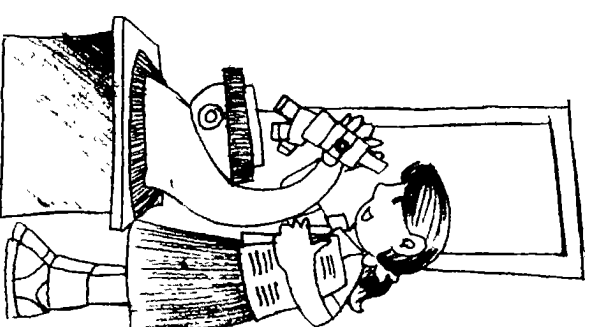
Experto acompañante: Jhon Jaime Marín Niño.

Experiencia Institucional: Instituto Alberto Merani.

de debe enfatizar en los componentes cognitivos! ¡No! ¡Mejor en los procedimientos! ¡Ni de riesgos, en lo actitudinal! ¡No, no! ¡Lo actitudinal es para otras horas de clase y depende de la coordinación valorativa de la institución..! En fin, la discusión teórica, que con tanta frecuencia se ha dado entre los maestros de nuestra Instrucción, es amplia e interminable, y no pretendemos ampliarla ni zanjarla. Por ello vamos a relatar la experiencia de la implementación de una didáctica centrada en las *actitudes científicas* en el Instituto Alberto Merani

¡Una innovación que apenas comienza!

Decidimos empezar por el final de una etapa de investigación que abre perspectivas frente al problema de la mediación actitudinal en la enseñanza de las ciencias. Nuestra intención, no sólo es mostrar el desarrollo y puesta en práctica de una didáctica, sino que las motivaciones e intereses



de los estudiantes en la etapa conceptual, son una condición actitudinal favorable para el aprendizaje de los conceptos y procedimientos propios de las *Ciencias naturales*. La búsqueda de mejores desempeños plantea, por parte de las instituciones educativas y equipos docentes, la pregunta constante por su quehacer, no sólo en el área de *Ciencias*, sino por las implicaciones pedagógicas y didácticas que de ellas se derivan. Hemos concluido que la formación de las actitudes científicas podría involucrar al estudiante activamente en la apropiación de los conceptos y de las metodologías de las *Ciencias*. Aún no podemos establecer la relación de incidencia entre lo actitudinal, lo cognitivo y lo procedimental. Las relaciones entre lo cognitivo, afectivo y expresivo en un niño, son más complejas de lo que se puede prever. Y esto, antes que convertirse en un impedimento, es un motor que nos obliga como docentes a replantear el sentido de la enseñanza de las *Ciencias*.

La innovación demostró que el trabajo actitudinal es una condición necesaria para el desempeño escolar y obliga a la escuela a abordarlo de manera rigurosa. La formación actitudinal es inherente al trabajo pedagógico del aula de clase, y se acompaña de los espacios 'extramuros' y del 'currículo oculto', generando una relación directa de los docentes con los estudiantes. Los profesores de *Ciencias* podemos ser débiles si no asumimos de manera clara y explícita las motivaciones que llevan a los niños a interesarse por las ciencias.

Como toda historia, y ya entrados en gastos, dado que hemos adelantado algunas reflexiones sobre nuestra innovación-investigación, creemos que ustedes querrán saber cómo llegamos a esta propuesta y cómo surgió

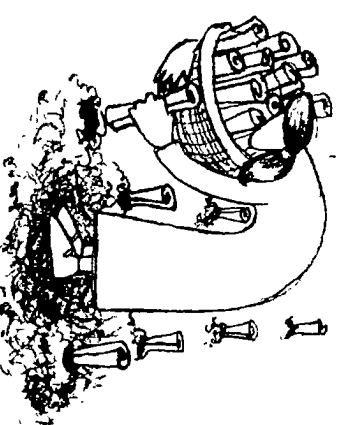
ctitudinal
s propios
ante, por
nta cons-
o por las
mos con-
olucrar al
y de las
lación de
as relacio-
complejas
pedimen-
tudo de la
condición
rdarlo de
o pedagó-
ros' y del
es con los
no asumi-
os niños a
adelanta-
, creemos
mo surgió

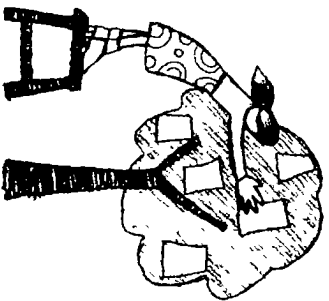
La pregunta motivo de este trabajo, cuáles fueron sus antecedentes, qué metodología se adoptó para medir y medir las actitudes científicas, cuáles actitudes se seleccionaron, cuál fue el criterio de selección, cómo se diseñaron y aplicaron las pruebas diagnósticas, cómo realizó el docente su ejercicio pedagógico, cómo hacerlo en nuestro quehacer, es decir, cómo realizar la transferencia al aula y un sin fin de nuevas preguntas. ¡Entonces retornemos al inicio de esta historia!

Resolvamos la pregunta. ¿es pertinente medir las actitudes científicas?

Las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias en la Educación Básica, se pueden dividir en dos. Por un lado, las discusiones generales sobre el estado del arte del aprendizaje de las ciencias, tanto en Bogotá como en el país y el mundo. Por otro, los estudios específicos en esta materia. Sobre este último punto, nos topamos con la necesidad de la educación en actitudes para lograr mejores niveles de apropiación de las ciencias. Sin embargo, no abundan las propuestas didácticas que aborden como problema el desarrollo actitudinal como antecedente del desarrollo procedimental y cognitivo. Por ello decidimos trabajar sobre las actitudes científicas para mejorar desempeños cognitivos y procedimentales en ciencias a partir de la pregunta: *¿Habrá un impacto positivo en el desarrollo de competencias cognitivas y procedimentales desarrollando una didáctica basada en la mediación de las actitudes científicas?*

Por otro lado, en los reportes de TIMMS y los Resultados de la Evaluación de Competencias básicas en lenguaje, matemática y ciencias, observamos que los conocimientos de nuestros estudiantes no sólo están por debajo de los estándares, sino que no reconocen ni distinguen los conceptos





y las formas de representación de la ciencia, no establecen relaciones entre éstos (en particular entre el concepto de magnitud y los procesos de medición) y, finalmente, no imaginan, anticipan ni crean situaciones hipotéticas con base en sus conocimientos científicos.

La formación integral del ser humano, nuestro compromiso

¿Por qué es necesario mediar las actitudes científicas de nuestros estudiantes y cuál es el modelo pedagógico adecuado para lograrlo? Asumamos que la necesidad cultural de la apropiación de los conocimientos, por parte de las generaciones, se resuelve mediante la creación de la Escuela Para nosotros, es claro que su reto en este momento histórico es preparar a los individuos en dos vías: una, mediando la apropiación de la cultura y, otra, desarrollando la capacidad crítica para transformarla. No es un secreto que el mundo se encamina hacia la *sociedad del conocimiento* y que la escuela debe formar los *analistas simbólicos* de la sociedad. Es decir, aquellos que se apropian de la cultura, los que crean cultura, los críticos de la cultura y los motores de la cultura. Un modelo pedagógico importante para realizar un currículo como el que propusimos para la asignatura Materia y energía (sistemas materiales) es el de la *Pedagogía conceptual*¹

Entonces *¿Cuáles son los cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales que puede y debe generar la mediación actitudinal?* Es preciso que desarrollemos competencias en ciencias mediante metodologías que tengan en cuenta a la investigación científica como generadora de motivaciones intrínsecas (impulsos cognitivos), y extrínsecas (la superación del yo), evitando aquellas

¹ Permite desarrollar un currículo flexible que puede modificarse y adaptarse de acuerdo con los requerimientos de los estudiantes y la sociedad. Miguel y Julián De Zubiria Fundamentos de Pedagogía Conceptual Bogotá Plaza y Janés, 1 989

ciones entre
os de medi-
hipotéticas

omiso

estros estu-
lo? Asuma-
mentos, por
la Escuela.
es preparar
la cultura y,
arla. No es
idad del conoc-
icos de la so-
ura, los que
e la cultura.
fículo como
as materia-
itudinales que
lemos com-
enta a la in-
nsecas (im-
do aquellas

que no permitan la estructuración de conceptos científicos. Esto lo podemos hacer en dos sentidos. Uno, apropiando los *instrumentos de conocimiento* y las *operaciones intelectuales* que permitan analizar los símbolos de la cultura científica; y otro, incidiendo sobre el trabajo procedimental, incluyendo: una fase creativa individual, una experimental y una de análisis y comunicación de resultados. Actuando en estas dos vías, podemos dar el salto cognitivo de los conceptos espontáneos a los científicos.

Mediar las actitudes científicas: una tarea nada fácil

Aquí nos centraremos en los detalles de la innovación-investigación. No proponemos 'recetas': queremos terminar esta historia con el principio (ya que iniciamos con el final). En este punto del texto, ustedes se deben estar preguntando: *¿Si es posible hacerlo? ¿No será que se quedan en reflexiones pedagógicas planteadas por otros, asumidas por ellos?* Para no demorarnos más, piensen durante un minuto en los conceptos que aprendieron en primaria, no sólo en *ciencias*, en cualquier área. Es como si tuviéramos, desde siempre, estos conceptos en nuestra memoria, y aun así no podemos diferenciar en qué etapa de nuestra vida lograron acomodarse, jerarquizarse. Ahora intentemos recordar a un docente o una clase en especial de aquella época. ¿Es más fácil? ¿Y si tratáramos de recordar por qué estudiamos ciencias en la universidad? Lasto, todo se va aclarando como en *Seven²*, y llegamos a otra pregunta, que en este caso es una respuesta. Estudiamos ciencias porque hubo una fuerte motivación, una excesiva valoración, un 'querer ser' y 'hacer' lo propio de ese campo. Hubo seguramente en la 'U' o en el

² Recordarán aquella película de suspenso donde un asesino en serie mata de acuerdo a los siete pecados capitales y a medida que los investigadores van descubriendo su próximo paso el director intencionalmente va aclarando las imágenes del *film*, no así lo duro de la trama, para dejarnos ver que la verdad está por salir

colegio, un docente, un libro, algo o alguien que nos hizo amar las ciencias, que generó modelos a seguir, que potenció nuestra actitud científica. Por ello aprendimos mejor los conceptos y los procedimientos. Como esto suena —y puede ser descabellado—, este grupo de trabajo intentó demostrarlo durante un año con un grupo de estudiantes de ciencias entre 8 y 10 años. Asumimos que existen factores actitudinales capaces de potenciar aprendizajes cognitivos y procedimentales y, mediante una metodología rigurosa, desde el punto de vista conceptual y estadística, intentamos encontrar esas relaciones. Veamos como se realizó.

Nacimiento de nuestra innovación: en la búsqueda de Conceptos, Actitudes y Procedimientos

Inicialmente, generamos Indicadores de logro en cuatro niveles para los desempeños cognitivos, actitudinales y procedimentales. Los conceptos (energía, sistema material, masa, volumen, y sistema vivo), se seleccionaron teniendo en cuenta la *Pedagogía conceptual* y el *Currículo de Ciencias Naturales* del IAM. Éstos están concatenados entre sí, pues se buscaba coherencia curricular, no una presentación atomizada. Asimismo, tomamos de Roakeach el concepto de actitud: *"una organización relativamente duradera de creencias en torno a un objeto o situación, las cuales predisponen a reaccionar preverentemente de una manera determinada"*, y la dividimos en afectivas, cognitivas y comportamentales. Diferenciamos las actitudes científicas que *"son de naturaleza cognoscitiva y están determinadas por rasgos supuestamente propios de la conducta científica y de los científicos tales como: curiosidad, objetividad, juicio controlado, racionalidad, precisión, honestad in-*

3 Mora P William "Las actitudes de los estudiantes hacia la imagen de las ciencias. Una estrategia metodológica para su mejoramiento" 1993, p. 29

4 Desde la perspectiva actitudinal, para los estudiantes el docente es un adulto del cual pueden obtener estatus derivado, por ello podemos actuar sobre su formación actitudinal sin conlaminar significativamente de su medio social

ciencias, como esto...
tífica. Por...
ntre 8 y 10...
potenciar...
etodología...
tamos en...
conceptos,
es para los...
ptos (ener-
onaron te-
aturales del
curricular,
Roakeach
lencia de creen-
canar prefe-
afectivas,
des cientí-
s por rasgos
s tales como.
onestad in-

*lectual, apertura mental, búsqueda de relaciones, hábito de crítica, etc, que son orientaciones generales de los individuos hacia el tratamiento de hechos, evidencias, objetos y métodos de las ciencias*³.

Para lo procedimental, planteamos tres aspectos básicos de la práctica científica enunciados por Gil-Pérez. Inicialmente, lo creativo individual que partiera de las teorías de los niños. Enseñada, una fase experimental que utilizara los procedimientos aceptados por la comunidad con un direccionamiento claro desde el currículo; es decir, con una intención pedagógica que mostrara la complejidad de las relaciones entre teoría y experimento. Y, finalmente, una fase de análisis y comunicación de resultados que adoptara las formas y el vocabulario consensuado por la comunidad, dejando claro que en la ciencia también existe el lenguaje cotidiano libre y creativo. Posteriormente, definimos los grados escolares con estudiantes de 4º y 5º años de Básica, por cuanto pueden apropiarse de los conceptos e iniciar el camino al manejo de los procedimientos de las ciencias⁴.

Para lograr esto, seleccionamos pruebas diagnósticas especializadas, elaboramos las propias y definimos las actividades de enseñanza aprendizaje. En clase, construimos y desarrollamos Guías⁵ y Talleres⁶ de Mediación pedagógica, así como también realizamos la observación estructurada de las actitudes de los estudiantes, y la observación no estructurada de la mediación docente⁷. Asimismo, realizamos salidas de campo y reaplicamos pruebas

5 Parten siempre de las ideas previas de los estudiantes. Para ello, se inicia con preguntas donde se les pide que las contesten a partir de su visión particular e idiosincrásica. Continúa presentando los propósitos que se persiguen con el estudio de la Guía cognitivos, procedimentales y actitudinales. Este punto, pues el estudiante debe saber desde el principio qué competencias podría desarrollar si logra aprendizaje significativo con ayuda de la Guía. Cada temática busca la aplicación a casos de la vida real para que el aprendizaje sea significativo.

6 Los Talleres son independientes de la Guía. Buscan un trabajo de carácter actitudinal y de equipo. Se desarrollan con el esquema procedimental descrito con antelación una fase creativa, una experimental y una de análisis y comunicación.

7 Estas observaciones aportaron información cualitativa sobre la evolución comportamental y actitudinal de los estudiantes en el transcurso de las actividades de enseñanza-aprendizaje, así como sobre el efecto de la mediación intencionada sobre las actitudes por parte del docente de la asignatura, las Guías, los Talleres y las salidas de campo, convirtiéndose en un poderoso instrumento para explicar el desarrollo, evolución y pertinencia de la didáctica en cuestión.

diagnósticas para posterior análisis estadístico tanto cualitativo como cuantitativo de la mediación, en el aula como en las demás actividades de enseñanza-aprendizaje.

Recolectamos información y la sometimos a análisis estadístico

Con el fin de tomar decisiones con validez estadística, aplicamos una prueba de hipótesis para establecer análisis de diferencias entre resultados iniciales y finales. En este caso, la hipótesis de prueba supuso que los grupos evaluados en los dos test (inicial y final) difieren significativamente de los resultados obtenidos. Para probar la hipótesis, contamos el número de respuestas dadas por cada grupo en los test inicial y final para cada nivel de logro.

Otro propósito fundamental de esta innovación era comprobar si los puntajes obtenidos por los estudiantes en las pruebas estaban relacionados y en qué grado. Como medimos los datos en una escala ordinal, usamos el coeficiente de correlación basado en rangos de Spearman por ser el más conocido y el de mayor precisión.

Reacciones de nuestros alumnos

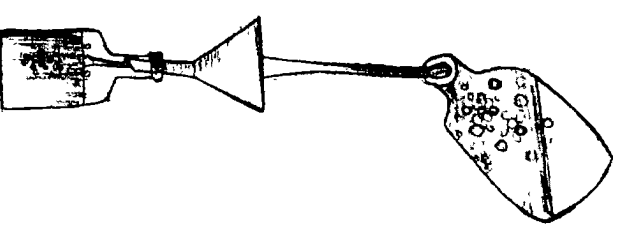
Aunque los grupos son diferentes entre sí, los encontramos altamente motivados por las *ceanzas*, les interesa la temática, y las preguntas son pertinentes y atinadas para su edad. Esto llevó a que los temas de la asignatura Materia y energía (sistemas materiales) tuviera un valor propio, lo cual facilitó un primer acercamiento de los estudiantes. Sin embargo, al inicio de la

ativo como
actividades
adístico
camos una
tre resulta-
uso que los
ativamente
os el núme-
il para cada
robar si los
a relaciona-
rdinal, usa-
n por ser el
s altamente
s son pertu-
a asignatura
lo cual faci-
micio de la

experiencia pedagógica, encontramos un alto grado de impulsividad, lo cual hacía que las participaciones de los estudiantes no fueran elaboradas ni correspondieran a un análisis previo donde se expusieran las ideas antes de atreverse a emitir un enunciado. Por ejemplo Alejandro planteó que *“el azúcar no venía de la panela porque así me lo dijo mi abuelita”*. Más adelante, aunque los estudiantes presentaron poca atención a las explicaciones del profesor y querían cambiar constantemente de actividad Este factor se aprovechó para implementar nuevas estrategias en el aula y hacer una clase más dinámica, participativa y sobre todo interesante, aprovechando el interés por estas temáticas.

Nuestros estudiantes son competitivos entre sí, lo cual hizo que participaran activamente de las discusiones a partir de sus preconcepciones con ‘sobradez’. Sin embargo, al propiciar la discusión Iván dijo: *“¡Hay no, eso ya me lo sé!”*, pero no podía sustentarlo. Esta actitud fue superada a lo largo de la implementación de la didáctica. Los estudiantes alcanzaron altos niveles de escucha entre ellos, aunque sin reconocer como interlocutores válidos a sus compañeros. Nuestros grupos son heterogéneos. Sus líderes académicos y actitudinales, que son reconocidos de manera diferenciada, son quienes ‘alonan’ al curso. La conformación de grupos de trabajo para, por ejemplo, realizar una práctica de laboratorio, es prueba de ello.

Respecto a la fase creativa, ante una situación problema, los estudiantes pasaron de repetir lo expuesto por otros (o basándose sólo en lo sobresaliente), a dar soluciones relacionando varios aspectos y usando el tanteo experimental, sobre todo en las sesiones de laboratorio y en la resolución de talleres.



En cuanto a la fase experimental, a nivel de grupo hay un avance significativo. Cuando no obtenían los resultados esperados, abandonaron los diseños experimentales del docente o de la Guía, para plantear esquemas alternativos. Es el caso de Edwin, cuando al trabajar en la elaboración de sus propios instrumentos de laboratorio, con un modelo planteado con nosotros, dijo: *"Profe, yo no hice la probeta como usted sugirió, sino que cogí una jeringa y una regla y me crané una nueva"*. El estudiante resolvió su problema comparando la calibración de una probeta real pintando sobre la jeringa, después de trabajar su diámetro y grosor. Aunque todavía no es clara su retroalimentación, esto ratifica el gran interés que los Talleres y las prácticas de laboratorio generan en los niños. Otro aspecto de alto desarrollo es la fase analítica: los estudiantes pasaron de realizar los análisis de la Guía a emitir juicios de valor sobre ella. En este caso, Alejandro Peralta, pasó de decir *"esta Guía es una chimba porque trae a Homero y a Bart"*, a, *"Qué bueno que la guía tenga espacios para colocar nuestras observaciones de laboratorio y que no se me pierda la hoja"*.

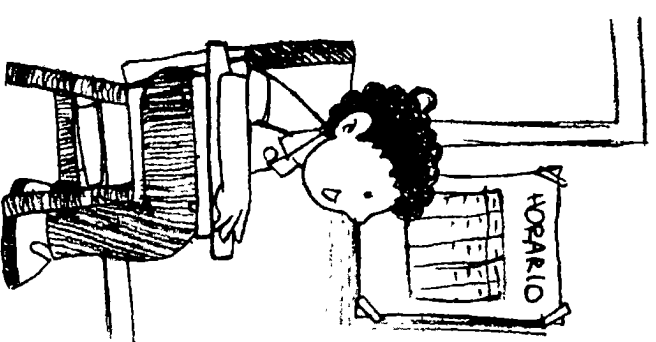
Por su lado, en la fase de análisis y comunicación, y aunque de manera reiterada se usaba el lenguaje coloquial en discusiones grupales, la mayoría de los estudiantes exponían sus ideas. Ocasionalmente, utilizaron el lenguaje científico para expresar resultados frente al docente en presentaciones informales. Por ejemplo, Andrea comenta: *"No digas un poquito, di 10 miligramos, porque sino el grupo no pone atención"*, minutos antes de que Francisco, el representante de su grupo socializara la práctica de laboratorio del taller en donde tenían que agregar cantidades de agua a una panela y observar. En presentaciones públicas de los trabajos grupales, no observamos un lenguaje científico.

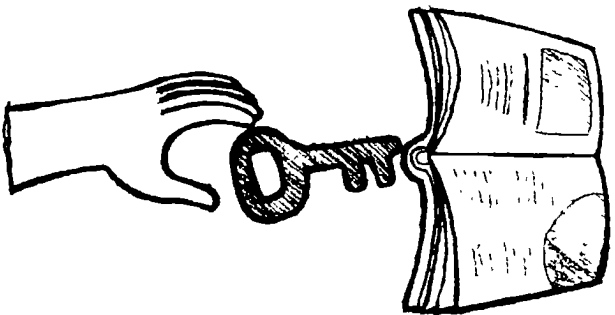
nce signi-
naron los
esquemas
ración de
eado con
ue cogí una
problema
la jeringa,
s clara su
las prácti-
arrollo es
la Guía a
a, pasó de
é bueno que
ue no se me
de manera
mayoría de
el lenguaje
nes infor-
migrantes,
o, el repre-
en donde
presenta-
je científi-

co formal. No obstante, un porcentaje pequeño de estudiantes sí lo evidencia, sin haber sido adoptado de manera general por el grupo. Los comentarios de los docentes practicantes de la Universidad Distrital, eran: “[..] *los problemas detectados en la comunicación de los resultados en presentaciones formales e informales se dan cuando no encuentran la expresión científica para ‘poguito’, ‘ebor’, ‘revober’ y los que usan lenguaje científico son, en ocasiones, mal entendidos por el grupo o generan risa al emplear palabras como ‘tensión superficial’ por desconocimiento de la misma, pensando que es descabellado o poco pertinente para la discusión’.*”

45 minutos de clase

Los estudiantes no son entes pasivos sino que, por el carácter de las clases y su disposición, son muy activos. Dos minutos después de iniciar la clase, David sugiere, *“Profe, hoy nos toca la Actividad 3 de la página 21, ya que no alcanzamos a terminar la clase anterior”*. Siempre empezamos la clase presentando los temas que abordaremos (Tarea, Guía, página X, Discusión, Tarea) como secuencia de acontecimientos. Esto significa que, en un primer momento, se revisa la Tarea para realizar en casa el día anterior. Ésta la hacemos de diferentes maneras. Algunas veces revisamos el cuaderno y el profesor firma o pone una nota de ‘tarea incompleta’ —si se diera el caso—, con el propósito de que los padres sigan el desempeño de sus hijos. Otro modo de hacerlo, es mediante una sesión de preguntas directas a algunos estudiantes, donde indagamos por los conceptos o por los procedimientos que se deseban explorar con la Tarea. Por último, discutimos la temática trabajada y el profesor formula preguntas para sondear la resolución de la Tarea y su nivel de comprensión.





Enseguida 'abrimos la Guía en la página x'. En este momento de la clase, más o menos 12 minutos después de iniciada, pedimos a los estudiantes ir a la página señalada. Ésta determinará la actividad que desarrollaremos en la clase y su duración, unos 35 minutos. Algunas actividades serán cognitivas, otras fortalecerán las actitudes, y otras lo procedural. En los últimos 8 realizamos una actividad de cierre o el profesor plantea la Tarea de la siguiente actividad

En el paso final de la clase, no necesariamente se dejan 'Tareas', en su acepción tradicional. Puede ser una pregunta que haya quedado en el aire durante la discusión, la cual será retomada en una sesión posterior, después que los estudiantes hayan consultado la bibliografía recomendada por el profesor. Por ejemplo, en nuestra visita a Maloka, que los muchos disfrutaron al máximo, nos quedó la pregunta "*¿Una planta de elodea es una sistema material o un sistema vivo?*" Luego en clase, al llegar el docente, se discutía de manera acalorada aquel problema, que no había quedado planteado como una 'Tarea'. Unos decían: "*La elodea es un sistema vivo*", otros, "*todos los sistemas vivos están compuestos de sistemas materiales*", finalmente, entre todos llegamos a la conclusión "*Todos los sistemas vivos son sistemas materiales*". Otro estilo de Tarea son los experimentos que se realizan en casa o la búsqueda de conceptos que se tratarán en una siguiente oportunidad. Este esquema se sigue en la mayoría de las clases, pero no es una camisa de fuerza. En muchas clases, una pregunta que un estudiante formula, hace que se retomen los puntos planteados al iniciar. La presentación del plan de trabajo en el primer momento, es una constante en el desarrollo de las clases

mento de la
s a los estu-
e desarrolla-
actividades
cedimental.
or plantea la
areas', en su
do en el aure
sterior, des-
comendada
los mucha-
ta de *elodea* es
docente, se
edado plan-
mo", otros,
mente, entre
s materiales".
en casa o la
unidad. Este
a camisa de
rmula, hace
ión del plan
rrollo de las

Aprender ciencias con autonomía: nuestras Guías pedagógicas

La Guía es el instrumento de mediación por excelencia en el aula de clase. Presenta los contenidos de manera motivante para que los estudiantes la manipulen y se acerquen a ella no como un texto 'frío' que presenta las temáticas de manera distante. Es fungible y frente a esto, los estudiantes se ven motivados, les gusta manipularla. Desde que la reciben, la marcan con su nombre para sentar su propiedad sobre ella, y pintan los dibujos que contiene. Se convierte en *su* texto de trabajo, es *su* compañía durante las clases. Los estudiantes saben que si no la llevan el desempeño en la clase es deficiente, y como les gusta las temáticas, no la dejan. Cuando en clase se les pide que abran la Guía en una página determinada, el riesgo está en que los estudiantes hayan realizado la actividad sin mediación del docente, no en que la hayan dejado en casa. Cada vez que se pasa una página es una nueva aventura por saber qué sigue, ahora qué vamos a hacer, qué gráfico o dibujo viene, qué actividad se va a realizar. Por otra parte, es un organizador del tiempo de los estudiantes y fomenta hábitos de estudio al planear con anticipación las actividades que se van a realizar. Por ejemplo, si se está trabajando en la página 18 de la Guía *¿Qué es un sistema material?*, los estudiantes deben conseguir los materiales para los '*Ejercicios de consolación*' de la página 'x'. La Guía contribuye al desarrollo de la autonomía de los estudiantes en tanto éstos no esperan las indicaciones del docente para saber qué se va a hacer en la siguiente clase. Por lo anterior, la diagramación motivante, las temáticas novedosas, lo 'interactivo', y la autonomía que desarrollan, las Guías son altamente valoradas por los estudiantes.

Aprender actitudes científicas en grupo: nuestros Talleres

Otro instrumento de mediación es el Taller, de corte actitudinal, aunque no se puede hablar de actitudes sin vincularlas con un contenido; es decir, para incidir sobre la actitud discusión tolerante, debe existir *algo* sobre qué discutir, de manera que el taller inevitablemente contiene factores actitudinales, cognitivos y procedimentales. Para llegar al propósito, realizamos talleres separados físicamente de la Guía, pero que indagarán por conceptos proyectados en ella. El primer Taller da cuenta de la discusión tolerante frente a la pregunta *¿Qué es un sistema?*, temática que articuló el trabajo del primer bimestre. En este Taller, que tenía 2 versiones aparentemente iguales (diagramación y temática), pero que llegaba a conclusiones diferentes, se requería que los estudiantes discutieran si una pelota de ping-pong era un sistema o no. Ellos, que no sabían que las conclusiones eran diferentes, se aventuraron a repetir la información presentada por el Taller. La mitad del curso aseguraba que la pelota *No* era un sistema y argumentaba usando las afirmaciones dadas en el Taller. Otros aseguraban que *Sí* era un sistema y esgrimían los argumentos de Taller. En este punto, no sólo se vieron en la necesidad de escuchar a sus compañeros para tomar una decisión frente a la discusión, sino de trabajar en equipo para sustentar su posición. Gracias a esto clasificamos el comportamiento de nuestros estudiantes frente a los Talleres como.

De lo impulsivo a lo reflexivo. En un primer momento, los estudiantes se aventuraron a lanzar hipótesis sin otra argumentación que 'el Taller lo dice'. Pero este comportamiento se transforma en una actitud de trabajo en

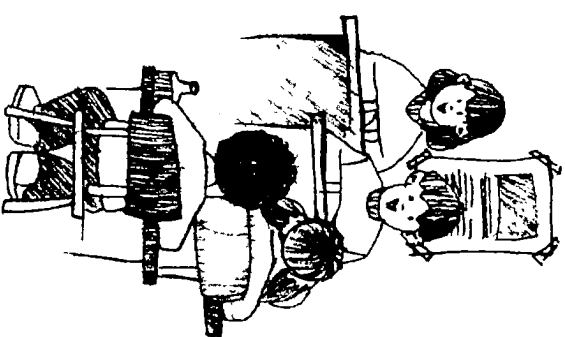
5
nal, aun-
enido: es
tr *algo* so-
e factores
sito, reali-
garán por
discusión
articuló el
aparente-
clusiones
a de ping-
ones eran
por el Ta-
ha y argu-
aban que
punto, no
ara tomar
sustentar
nuestros
diantes se
er lo dice'.
abajo en

equipo y de búsqueda de argumentos propios de la discusión, no de mane-
ra rígida, y poco académica. Cuando a Adiel, como representante de uno
de los grupos de trabajo, se le pidió que hablara únicamente de las caracte-
rísticas de los *sistemas materiales*, rápidamente respondió: '*Todo sistema tiene
unas interrelaciones entre sus partes y su entorno, tiene frontera, y cumple una función
determinada*', quedando insatisfecho, ya que su respuesta no satisfacía la
pregunta en concreto, si la de otro grupo, al que se le pedía *describir* las
características de *un sistema*. Inmediatamente, igual que sus compañeros,
levantó la mano para corregir, pero ya no podía, por regla, hacerlo. Su
impulsividad, que aunque su respuesta no era equivocada, le hizo perder el
punto a la fila.

De la duda y la incertidumbre a la autoconfianza y la seguridad. Como para los
estudiantes en un primer momento el Taller posee la verdad, creen que su
papel es repetir argumentos, pero un momento después se dan cuenta que
este tipo de razonamiento no es válido. Caen en la duda y en la incertidum-
bre, porque si no puede 'confiar' en lo que entrega el profesor '¿entonces
en quién?' De la vaclación pasan a actuar con confianza en las ideas que
pueden seguir de manera lógica, de modo que se pueden lanzar a una
discusión sustentada y, sobre todo, tolerante, actitud sobre la que se pre-
tende incidir de manera especial en este Taller.

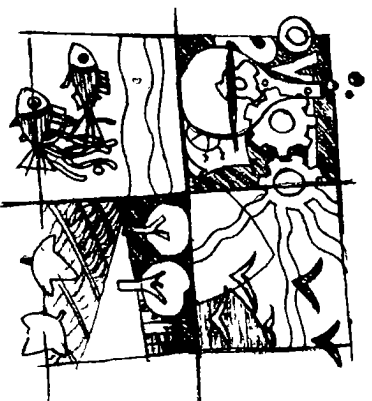
Enfatizando en actitudes científicas se aprenden mejor los conceptos y
los procedimientos de las ciencias naturales

Para terminar por el principio de un tema que ya parecía lejano de con-
clur, queda claro que lo más importante es evidenciar en nosotros mismos
el cambio actitudinal. Como docentes, muchas veces encontramos analogías



en lo cognitivo al dar cuenta de fenómenos durante las explicaciones, no así en lo valorativo y procedimental. Detectamos que para mediar actitudes científicas, teníamos que buscarlas en nosotros mismos, y mirar si las analogías implementadas con los estudiantes frente a la discusión tolerante, rigurosi-
dad, curiosidad etc, eran las adecuadas y pertinentes.

Por otro lado, los cambios actitudinales en los estudiantes son fruto del cambio operado en los maestros. Es importante observar que más allá de la estructuración de conceptos científicos en nuestros muchachos, hay grandes avances en su desarrollo verbal, en su capacidad argumentativa y en el fortalecimiento de la autonomía. Se entendió que las ciencias eran accesibles, dinámicas y alegres, lo cual generó entusiasmo entre nuestros estudiantes. Queda mucho por hacer en esto de las actitudes científicas y la invitación es a la reflexión de nuestra cotidiana práctica docente.



ciones, no así
ctitudines cien-
las analogías
nte, rigurosí-
son fruto del
e más allá de
os, hay gran-
tativa y en el
eran accesi-
uestros estu-
entíficas y la
nate.

Referencias

Lo actitudinal

- AUSUBEL, D *et al.* Psicología Educativa México : Trillas, 1998
- GIL-PÉREZ, D La metodología científica y la enseñanza de las Ciencias Relaciones Controvertidas *En* · Planteamientos, Bogotá, 2000, p 149.
- MORA, W. Actitudes de los Estudiantes. Hacia la imagen de las ciencias Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional
- INSTITUTO ALBERTO MERANI, Proyecto Educativo Institucional Bogotá, 2000.
- EQUIPO VALORES INSTITUTO ALBERTO MERANI, Una Propuesta Valorativa. Serie Documentos Institucionales, 2002
- www.institutomerani.edu.co

Lo cognitivo

- DE ZUBIRÍA, M. Mentefactos I. Bogotá . Bernardo Herrera Merino, 1999
- DE ZUBIRÍA, M y De Zubiría, J. Fundamentos de Pedagogía Conceptual. Bogotá · Plaza y Janés, 1989.
- FLAVELL, J. La Psicología Evolutiva de Jean Piaget. México Trillas, 1988
- LURIA A. El Cerebro en Acción. Barcelona . Orbis, 1986.

Lo procedimental

CONVENIO ANDRÉS BELLO Encuentro de Investigadores en Innovadores en Investigación, Madrid. Bogotá : CAB, 2000.

MONTENEGRO, I. Evaluemos Competencias en Ciencias Naturales. Bogotá : Magisterio, 2000.

PÉREZ, M. *et al.* Batería de Contenidos Escolares de Primaria. Madrid. Equipo Albro, 1992.

ovadores

Bogotá :

Madrid:

