



LA INICIATIVA ATA-EPE:

# CONSTRUYENDO LA TECNOLOGÍA DE HOY DESDE LA INVENCIÓN Y LA CREATIVIDAD

PARA PROYECTAR NUESTRA ESCUELA

PRESENTACIÓN DE CONTENIDOS Y TRATAMIENTO PEDAGÓGICO  
PARA LA INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA CONTEMPORÁNEA  
Y ROBÓTICA DESDE LO ANCESTRAL Y TRADICIONAL HASTA LA  
PROGRAMACIÓN Y LA AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL,  
DE MANO DE LA INVENCIÓN.

CORPORACIÓN  
ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL



BOGOTÁ, COLOMBIA, 2016

Grupo de desarrollo del programa:  
**CONSTRUYENDO LA TECNOLOGÍA DE HOY  
DESDE LA INVENCION Y LA CREATIVIDAD**

**DIRECCIÓN ACADÉMICA**

Dino de J. Segura R.  
Mónica García  
Janeth Malagón M.  
Tatiana Lara

**GRUPO DE DESARROLLO (TECNOLOGÍA)**

Dino de J. Segura R.  
Rafael Reyes R.  
Jorge Jaramillo

**GRUPO DE DESARROLLO (PENSAMIENTO DIVERGENTE)**

Janeth Malagón  
Tatiana Lara

**GRUPO DE FORMACIÓN DE MAESTROS**

Mónica García  
Rafael Reyes R.  
Jorge Jaramillo  
Alejandro Castelblanco

**GRUPO DE ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

Viviana Chaparro  
Alejandro Castelblanco

**PROYECTO CIENTIFILARIO COLOMBIANO**

I. Tatiana Bautista R.

Todos los derechos reservados

© CORPORACIÓN ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL

ISBN : 978-958-57808-1-1

DINO DE J. SEGURA ROBAYO

WWW.DINOSEGURAROBAYO.COM

CORPORACIÓN ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL

BOGOTÁ: TRANSVERSAL 29 No 38-27

TELÉFONOS 2695658 / 2442136 / [www.corporacionepe.org](http://www.corporacionepe.org).



## CONTENIDO

A PROPÓSITO DE ESTE TEXTO	5
LA INICIATIVA ATA-EPE: UNA PRESENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CON MÚLTIPLES IMPLICACIONES	8
INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO GENERAL	8
1. SEGURIDADES, ACTITUDES Y AUTOESTIMA	11
2. HABILIDADES Y COMPETENCIAS	11
3. LA FORMACIÓN DISCIPLINARIA	12
4. EL CONOCIMIENTO Y EL RECONOCIMIENTO	13
5. EL RESPETO Y LA SOLIDARIDAD	13
FUNDAMENTOS Y DERROTERO	14
1. ASUNTOS DE CONTEXTO	17
CONSIDERACIONES GENERALES. JUSTIFICACIÓN	17
LO QUE NOS MUESTRA NUESTRA HISTORIA	19
1. LA AUSENCIA DE PERSPECTIVAS FUNDADAS EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	19
2. LAS INMENSAS POSIBILIDADES QUE SURGEN DE NUESTRO PATRIMONIO	20
3. LAS PROMESAS POR LOS ÉXITOS CONSEGUIDOS	21
4. LA ILUSIÓN PERMANENTE: LA EDUCACIÓN	21
SITUACIONES DE COYUNTURA	22
1. EL PROCESO DE PAZ	22
2. LA AMPLIACIÓN DE LA JORNADA ESCOLAR	25
3. EL INTERÉS MANIFIESTO DEL PAÍS EN LA EDUCACIÓN	27
2. FUNDAMENTOS. UNA PROPUESTA ORIENTADA HACIA LA CALIDAD	29
ACTIVIDADES DE TOTALIDAD O ACTIVIDAD TOTALES	29
APRENDIZAJES COLATERALES	29
ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA PROPUESTA	34

## LA INICIATIVA ATA-EPE

1. INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO	34
2. UNA PERSPECTIVA HOLISTA	36
3. UNA MIRADA COMPLEJA	37
4. LA CLASE COMO SISTEMA	39
5. NO LUGARES Y LUGARES ANTROPOLÓGICOS	40
<b>3. LA PROPUESTA ATA-EPE</b>	<b>42</b>
CONCRECIÓN DE DOS EXIGENCIAS EN UNA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA:	
LAS ACTIVIDADES TOTALIDAD ABIERTAS	42
MODELO PEDAGÓGICO	43
1. METAS	43
2. CONTEXTOS DE TRABAJO: ELEMENTOS DE APOYO	44
3. SINTAXIS DE LAS ACTIVIDADES: DEL RETO DE LA INVENCION	45
4. DINÁMICAS DE SOSTENIBILIDAD: LO QUE MANTIENE AL GRUPO EN LAS BÚSQUEDAS.	47
5. EL COMPROMISO DISCIPLINARIO Y LAS SECUENCIAS	49
SOBRE EL MODELO PEDAGÓGICO	56
<b>4. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA EN POBLACIONES TÍPICAS</b>	<b>58</b>
INTRODUCCIÓN	58
LA FORMACIÓN DE MAESTROS	60
ELEMENTOS OPERATIVOS	61
ASPECTOS DE CONTINUIDAD	61
ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ÉXITO /FRACASO DE LA PROPUESTA	62
ATA-EPE EN UNA PERSPECTIVA CURRICULAR	65
1. INTRODUCCIÓN	67
2. LO DISCIPLINARIO	67
3. LA CONVIVENCIA	71
4. LAS SEGURIDADES	72
5. EL RESPETO Y LA DIVERSIDAD	73
6. LA FORMACIÓN	73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>75</b>



## A PROPÓSITO DE ESTE TEXTO

La tecnología ha sido siempre un testimonio muy importante de lo que son y han sido las culturas, sus saberes, posibilidades y necesidades. Cuando hablamos de la edad de piedra o de la de los metales, por ejemplo, inmediatamente se presenta ante nosotros una imagen de sus formas de vida, sus vestidos, sus armas, sus alimentos, etc., todo ello guiado por la manera como se convierte el saber en la solución de las dificultades, esto es por cómo es que el conocimiento orienta nuestras acciones.

Si imaginamos una tabla de doble entrada que en sus filas tiene las necesidades del individuo y de la sociedad y en sus columnas la manera como tales necesidades se satisficieron en diferentes momentos de nuestro devenir, podríamos encontrar elementos para caracterizar cada momento de nuestra historia. Allí tendríamos datos acerca de cómo surgen las necesidades, de cuáles son los saberes más característicos, también, de los rasgos culturales de hoy que ya poseíamos hace 6.000 años, de los tipos de vestimenta y los materiales que se utilizaban, etc.

El estudio de la tecnología puede ser entonces la historia de nuestra especie y de cómo nuestra especie se ha relacionado con otras especies y, en general, con su entorno.

Con este material proponemos una forma de presentar la tecnología para su estudio y a la vez, una ruta para acceder a los elementos más representativos de la tecnología de nuestros días. El camino que proponemos no es una autopista universal para acceder a la tecnología contemporánea, que pueda utilizarse en cualquier parte, más bien es un ejemplo de las múltiples rutas posibles en cuanto cada una de

ellas está vinculada inseparablemente con las urgencias del momento, los saberes de que se dispone, los contextos de vida, las historias de realizaciones, etc., de cada contexto local o temporal. Con esto reafirmamos que cada comunidad deberá construir su propia ruta en cuanto ésta debe ser significativa para que su utilización sea exitosa. Recordemos que uno de los problemas que en la tecnología son más recurrentes para su estudio y apropiación se deriva de la pretensión de aplicar a diferentes contextos soluciones idénticas.

Por otra parte, este material es apenas la introducción a la construcción de una opción que realmente se armonice con nuestra cultura. Apenas estamos comenzando.

Pero ese comienzo de hoy es la consecuencia de un trabajo iniciado hace tiempo que nos ha convencido de las posibilidades genuinas que surgen en las aulas y de la riqueza que se deriva de las inquietudes de los niños y sobre todo de las perspectivas que surgen cuando se coloca en el centro de la atención de la clase a la invención.

Un niño que ha imaginado un mecanismo o, en general, la solución a un problema, cuando logra convertirlo en una realidad conquista no solamente las seguridades que se derivan de su trabajo, cualidades e iniciativas, sino el convencimiento de que sí existen soluciones posibles y de que el error es algo que encontramos en el camino del triunfo y la realización.

En el ámbito de la tecnología es importante tener en cuenta las observaciones de Paolo Lugari, uno de los fundadores de Las Gaviotas, cuando insiste en que uno de los factores que nos han mantenido a la zaga de otras civilizaciones se deriva de la pretensión de aplicar en el trópico las soluciones que se ha encontrado y que son exitosas en las zonas templadas, sin tener en cuenta las diferencias y, sobretodo, las ventajas comparativas que se derivan de ser precisamente el trópico, poseer una historia diferente (desconocida en gran parte) y a la vez con muchas posibilidades para hacer las cosas de otra manera.

Las propuestas que están incluidas en esta publicación se derivan de nuestra propia experiencia en el aula de tecnología y en las actividades de invención que hemos emprendido con niños, adolescentes y adultos en contextos escolares.

A nuestra manera de ver, la comprensión de la tecnología es un asunto específicamente pedagógico. La tecnología más allá de permitirnos incursionar razonablemente en el mundo de las máquinas y los robots, de la mecánica, la electricidad y la electrónica, por ejemplo, es un camino que nos puede llevar a cambiar las imágenes que tenemos de nosotros mismos y de nuestra sociedad.

Cuando consideramos las posibilidades que se abren en el aula para inventar y lo logramos, cuando conocemos de la importancia que poseen los logros y conquistas de nuestros científicos e inventores en Colombia, cuando redescubrimos las máquinas y estrategias inteligentes para convivir en interacción con el medio que se han inventado en nuestras comunidades y en nuestra historia, caemos en la cuenta de que la tecnología no sólo es una actividad derivada de la ciencia y el conocimiento occidental estándar, sino que también puede devenir de otros saberes, los saberes ancestrales y tradicionales son importantes y han sido el origen de soluciones tecnológicas.

En fin, con esta publicación queremos continuar un camino en la construcción de identidades, certezas y realizaciones que consideramos que es una meta clave para caminar con posibilidades reales en un entorno, en un país, en el que apenas estamos aprendiendo a convivir pacíficamente.

# LA INICIATIVA ATA-EPE:

## UNA PRESENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CON MÚLTIPLES IMPLICACIONES

*introducción a la cultura científica a partir  
de lo que somos y podemos ser.*

---

ELABORACIÓN DE LA CORPORACIÓN ESCUELA  
PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL

---

### INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO GENERAL

**E**n su libro *Daños Colaterales*, Z. Bauman (2011) plantea, que una de las promesas que surgieron con el advenimiento de lo que hemos denominado modernidad, es la superación de la incertidumbre para con ello liberarnos de la dependencia de la fortuna o del azar. A propósito, él argumenta lo anterior afirmando que la incertidumbre es la suma de dos elementos, la ignorancia y la impotencia y precisamente es entonces, el conocimiento el que nos liberaría de la ignorancia y la tecnología, que nos liberaría de la impotencia en cuanto nos diría cómo actuar ante los problemas de acuerdo con el conocimiento, lo que nos aporta la modernidad.

Sea lo que haya sucedido con estos sueños, que a juicio de Bauman deben verse más como un fracaso que como un ideal cumplido, de todas maneras el enunciado es interesante y muy fértil en cuanto permite pensar en la diversidad de culturas y con ello en la diversidad de conocimientos y tecnologías. Tenemos entonces que la incertidumbre, que se puede hallar en todos los pueblos y culturas ha sido

superada de maneras características dependiendo en cada caso tanto de los conocimientos con que se cuenta como de las maneras de actuar frente a los problemas propios de cada contexto.

En la actualidad, en el planeta existe una tendencia casi universal que apunta al reconocimiento de una sola forma de conocimiento y con ello a una manera estándar de solucionar los problemas. Nos encontramos entonces con la ciencia occidental como única opción frente a la ignorancia y a la tecnología que la acompaña como la forma privilegiada de actuar eficazmente. Podría decirse que esto es, al menos parcialmente, lo que se conoce como globalización. Anotemos que en la época que estamos viviendo la globalización no es un resultado inocente de una cultura que se impone sobre las otras como sucedía con los derrotados a manos de los vencedores en la historia de la humanidad, sino la imposición de una cultura homogénea, en detrimento de otras formas posibles de ser y de vivir, con intenciones muy bien definidas por afianzarse en el poder, sobre todo en el poder económico.

Al respecto pueden anotarse muchas cosas que se relacionan con la educación-formación de las nuevas generaciones. En primer lugar, el conocimiento y la tecnología que acompaña cada manifestación cultural están íntimamente relacionados con los contextos de tal suerte que ciertas culturas son distintas de otras dependiendo de si están en las montañas, las selvas o las praderas. Por otra parte, cada pueblo y cada cultura posee su historia de realizaciones, de dificultades o de epopeyas, que se encuentran en relación directa con las leyendas y los mitos y la literatura. Cada cultura tendrá sus José Arcadios y sus Melquiades que recogen los procesos y vicisitudes del vivir y del conocer.

Finalmente, es sobre esas historias y a partir de los orgullos o de las frustraciones que surgen de ellas que se construyen otras culturas, otras narrativas que algunos llaman mestizas o que para muchos son híbridas y que para todos están inmersas en el inevitable sincretismo.

Así pues, lo que somos y hacemos, nuestros comportamientos, no son una consecuencia de lo que está sucediendo o sucedió hace unos días, es más bien el resultado de lo que sucedió hace siglos, esto es, de lo que está sucediendo desde el principio de los tiempos. Con estos elementos tenemos que considerar lo que sucede con los

determinantes culturales y sus transformaciones cuando nuestras culturas se encuentran con otras culturas es las perspectivas del conocimiento.

Aunque lo que era América antes de 1492 es bastante incierto, lo que sí es claro para nosotros es que hubo en América en los siglos inmediatos a la llegada de los europeos grandes civilizaciones que consiguieron saberes útiles y comportamientos eficaces para sobrevivir y lograr expresiones del arte y de la ingeniería muy importantes. Lo que también debe ser claro es que viéndonos en la perspectiva del conocimiento y el arte, contamos hoy con resultados interesantes de lo que nuestros pueblos pueden lograr y que en efecto, han conseguido en el ámbito de la ciencia occidental y en el de los saberes tradicionales y ancestrales. Esto es de importancia, entre otras cosas, porque con frecuencia se piensa que aquí en Colombia, no existen posibilidades para pensar en un desarrollo científico o en un buen vivir anclado en la investigación científica, porque la ciencia no es para nosotros. Incluso cuando se afirma ante un auditorio que aquí hay científicos, no es rara la manifestación de duda con que responden los participantes.

Ese desconocimiento de nosotros mismos y de nuestras posibilidades, se traduce en los niños en actitudes negativas frente a la posibilidad de llegar a ser científicos, y de abandono frente a las perspectivas de país sustentadas en la investigación científica y las potencialidades con que contamos, de parte de la sociedad e incluso de los dirigentes.

La afirmación que queremos defender y que nos lleva a plantear un compromiso y una propuesta, es que la perspectiva del conocimiento, la investigación y la organización productiva en torno a nuestros grandes potenciales naturales es no solo posible sino sensata y que está sustentada por nuestra historia de realizaciones y conquistas y, en fin, que esa es la mejor opción de país.

Sin embargo, *para que eso sea posible lo que se hace en las escuelas debe ser distinto a lo que usualmente hacemos* y por ello deben plantearse otras perspectivas. En síntesis, y con el compromiso de hacer un desarrollo de estos planteamientos posteriormente, podemos señalar que los compromisos más determinantes son los siguientes.

## 1. SEGURIDADES, ACTITUDES Y AUTOESTIMA

La educación en la escuela debe fortalecer la convicción general de que sí somos capaces y, en particular, de nuestras capacidades para superar las dificultades que entraña una formación científica y que ésta es definitivamente interesante y posible como proyecto de realización personal.

- a. Estas seguridades deben estar sustentadas por evidencias vividas en las aulas cuando los estudiantes corroboran que sí son capaces de inventar y solucionar dificultades, trabajar en grupo y lograr metas colectivamente.
- b. También contribuye a sustentar esta actitud, el conocimiento de lo que han sido y logrado nuestras comunidades ancestrales y tradicionales en el arte, la medicina, la alimentación, el manejo del agua, las construcciones y las elaboraciones textiles a partir de fibras naturales, entre otras. Además, en esto puede jugar un papel determinante el conocimiento de las herramientas y máquinas que han construido y que aún utilizan en sus comunidades.
- c. Otros asuntos que se proyectan como fundamento para consolidar esa convicción de que sí somos capaces de hacer, es el conocimiento de lo que han logrado nuestros pensadores y creadores en el deporte, el arte, la literatura y especialmente en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Casos como el de J. Reynolds, F. Montealegre, P. Lugari, S. Hakim o J. C. Borrero, deben conocerse en sus dimensiones y posibilidades planetarias.

## 2. HABILIDADES Y COMPETENCIAS

La educación en la escuela debe poner en contacto a los estudiantes con las competencias fundamentales del pensamiento que se concretan en las habilidades manuales para armar y articular, ensamblar y diseñar, explorar y comparar soluciones, etc., en ámbitos de trabajo colectivo-colaborativo.

- a. Los problemas que se abocan pueden requerir materiales de reciclaje de la vida cotidiana como en el trabajo con estructuras de papel.
- b. Las situaciones problemáticas pueden requerir de herramientas y máquinas de medir que muestren de manera clara cómo la abstracción disciplinaria se transforma en artefacto.
- c. Las actividades de aula se pueden enriquecer con materiales adecuados para la construcción de máquinas, mecanismos, prototipos y soluciones técnicas, que en particular muestran la transformación tanto de la energía como del movimiento. En este caso juega un papel importante el conjunto de piezas que denominamos ATA-EPE.
- d. Las actividades deberán preferencialmente referirse a propuestas de los estudiantes enriquecidas con referencias al medio ambiente; esto es, a problemas y situaciones significativas localmente.

### 3. LA FORMACIÓN DISCIPLINARIA

La educación en la escuela debe crear las bases para que posteriormente se pueda lograr una formación disciplinaria sólida e incluso de proyección profesional.

- a. La escuela básica no es el mejor momento para lograr ni trabajar los enunciados conceptuales que prevé una formación disciplinaria, pero sí para enriquecer la experiencia y crear las bases de significado sobre las que se construirán las disciplinas.
- b. En las dinámicas de aula se puede ir tejiendo una experiencia de elaboraciones teóricas con realizaciones prácticas que son un buen punto de partida para aproximarse posteriormente a las definiciones conceptuales estándar.
- c. Frente a las experiencias ancladas en problemas y proyectos, nuestros estudiantes ejercitarán las múltiples formas de abocar una dificultad, resolver un problema, plantearse un proyecto o solucionar una duda. Estas habilidades van en paralelo con las habilidades para acceder a la información y hacerla significativa.

#### 4. EL CONOCIMIENTO Y EL RECONOCIMIENTO

En la escuela se puede recuperar el valor del conocimiento en cuanto se logre que las satisfacciones que se tienen se deriven del logro de las metas y construcciones que se han propuesto y no de los premios (o castigos) externos que se obtengan a cambio.

- a. Los reconocimientos deben partir de la convicción de que no todos somos iguales y de que una misma persona no siempre se encuentra con la mejor disposición. Es por ello que no se espera que todos consigan los mismos resultados.
- b. Las historias individuales hacen que los estudiantes cuenten con experiencias diversas y sueños diferentes que les facilitan o dificultan las concreciones en las diferentes actividades.
- c. El papel de los reconocimientos es el de crear condiciones actitudinales para que los estudiantes quieran el trabajo que están realizando y se sientan a la vez satisfechos por lo realizado y retados para hacer cada día mejor las cosas.

#### 5. EL RESPETO Y LA SOLIDARIDAD

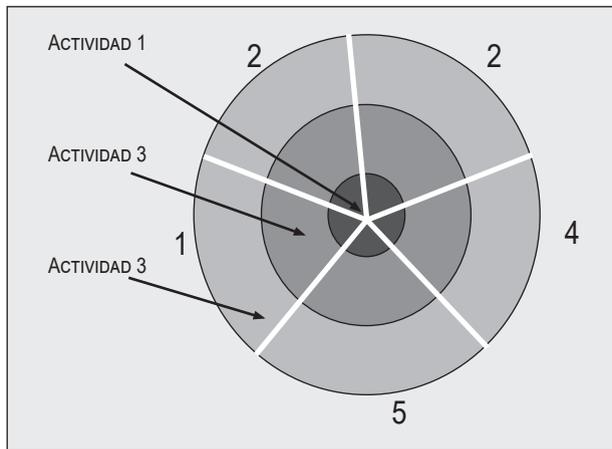
La escuela debe propugnar por propiciar el trabajo colectivo-colaborativo más que el competitivo-individual.

- a. Si existe competencia, esa es consigo mismo, no con los otros integrantes del colectivo-clase.
- b. Se debe tener conciencia de las diferencias y con ello de la necesidad del respeto: somos distintos, pensamos diferente, hacemos las cosas de maneras distintas, nuestros gustos son distintos y, en medio de ello, no hay ni observaciones privilegiadas ni explicaciones cuya validez deriva de la autoridad.
- c. Es más satisfactorio colaborarle a alguien a solucionar un problema que ser el primero en armar el artefacto o encontrar la solución.

## FUNDAMENTOS Y DERROTERO

Esta propuesta que, como hemos planteado, está orientada a propiciar la formación de los niños para aprovechar nuestras ventajas patrimoniales como nación en términos de privilegiar el conocimiento, la investigación y la invención, se sustenta en resumen en los cinco aspectos que acabamos de enunciar, que denominamos los fundamentos.

1. Seguridad, actitudes y autoestima
2. Habilidades y competencias.
3. La formación disciplinaria
4. El conocimiento y el reconocimiento.
5. El respeto y la solidaridad



Toda actividad estará comprometida con los fundamentos.

Es así como cualquier actividad que se emprenda estará comprometida con los fundamentos. Como veremos luego, estas exigencias se comprometen con lo que denominaremos (cap. 2) los aprendizajes colaterales.

En los capítulos que siguen desarrollaremos esta iniciativa argumentándola desde diferentes perspectivas.

Queremos puntualizar desde ahora que estas consideraciones no apuntan a plantear propuestas homogeneizantes, se trata más bien de

*una serie de alarmas o de llamados de atención* que en cada situación particular asumirán una forma diferente, entre otras cosas por nuestra gran diversidad. Podríamos resumir para Colombia consideraciones que han sido planteadas para todo el continente en cuanto a nuestra diversidad. Por ejemplo, Néstor García C. (2005), anota:

(...) nuestro continente se habría formado como un enorme texto inacabado y lleno de pliegues. No un mosaico ni un puzzle, donde las piezas se ajustan entre sí para configurar un orden mayor y reconocible. Nuestras variaciones culturales no encajan unas en otras. Como un cadáver exquisito, al sumarse indígenas, negros, criollos, mestizos, las migraciones europeas y asiáticas, lo que nos ha ido sucediendo en campos y ciudades constituye un relato discontinuo, con grietas, imposible de leer bajo un solo régimen o imagen (p. 137).

Así pues, el llamado podría resumirse en que solo si la escuela reconoce las circunstancias especiales de cada caso, podemos, no solo darle sentido a la escuela sino encontrar una proyección o propuesta razonable para nuestros jóvenes y niños. Es por ello que en cada caso mantendremos firmemente la idea de que los procesos escolares para que se proyecten como opciones de vida deben verse más como sistemas abiertos que como sistemas didácticos inexpugnables.

Veamos cuál es el derrotero que tenemos previsto en esta presentación de la iniciativa ATA-EPE.

En el primer capítulo tendremos un contexto general para contextualizar esta propuesta teniendo en cuenta las circunstancias que se viven en el país. En este capítulo consideramos las posibilidades que pueden darse teniendo en cuenta el proceso de paz, la intención de ampliar la jornada escolar y algunas referencias relevantes de lo que se ha hecho en Colombia en ciencia-tecnología. Es también la ocasión para incluir algunos datos acerca de lo que son los saberes ancestrales y tradicionales, unidos a ciertas discusiones contemporáneas sobre política y economía.

El segundo capítulo avanza unas discusiones acerca de los procesos de aprendizaje y de las condiciones en que se dan los aprendizajes. En este punto nos parece necesario hacer algunos aportes epistemológicos acerca de la construcción del conocimiento y sobre todo acerca

de su relación con la información. Muchos de los planteamientos requieren para su comprensión de algunos elementos de la teoría de sistemas y de la teoría de la complejidad.

El tercer capítulo presenta lo que denominamos el modelo pedagógico. Se trata de una justificación para recomendar que la estructura de la actividad de aula se establezca de formas alternativas a las usuales, con otros principios y con otras expectativas. Contradiendo las prácticas corrientes que son lineales y acumulativas (por yuxtaposición) se trata de un modelo recurrente en el que iterativamente se vuelve sobre lo mismo manteniendo el privilegio en la formación de los niños en cuanto seres humanos que viven gregariamente y enfatizando en las posibilidades de la invención y la creatividad.

El cuarto capítulo da una mirada panorámica acerca de lo que se ha hecho en Bogotá (entre 2012 y 2016) con la aplicación del modelo. En este capítulo se plantean algunos resultados que hemos identificado siguiendo una indagación un tanto sistemática.

# 1.

## ASUNTOS DE CONTEXTO

**P**ara considerar esta propuesta y apreciar sus implicaciones y posibilidades debemos abocar asuntos nacionales de índole global y llevarlos a nuestras situaciones particulares.

Es así como planteamos que una posible salida para el país está en la articulación del conocimiento con las posibilidades del país en contextos de convivencia. El saber podrá mostrarnos alternativas ciertas a partir de lo que somos y de lo que hemos sido para que teniendo en cuenta lo que poseemos, podamos imaginar lo que podemos llegar a ser en términos de transformaciones sustentadas en soluciones y propuestas derivadas de la ciencia-tecnología. La segunda, esto es, la convivencia, será el contexto indispensable para superar la inequidad y la violencia que han sido realidades lamentables para nuestro país.

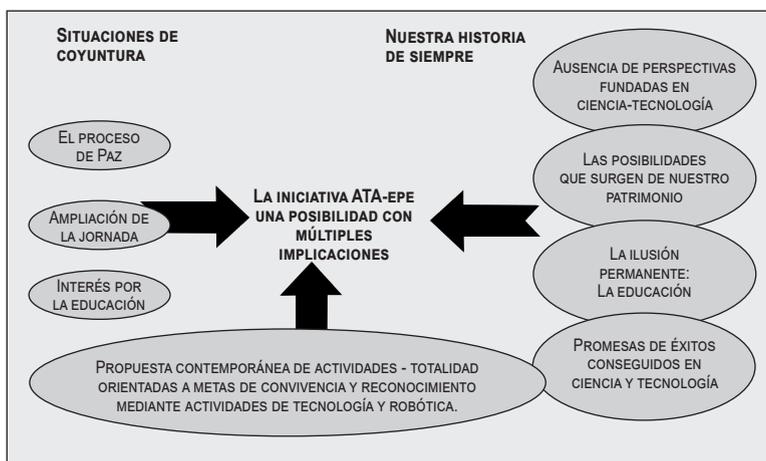
Teniendo presentes estas consideraciones plantearemos algunas consideraciones que justifican la propuesta para luego emprender, en el segundo capítulo, el sendero de su construcción a partir de elementos pedagógicos, epistemológicos y educativos.

### CONSIDERACIONES GENERALES. JUSTIFICACIÓN

Los estudios de contexto que justifican nuestra propuesta son de dos índoles; por una parte, en nuestra historia existen aspectos que nos han caracterizado y que tenemos que superar en unos casos y que aprovechar, en otros; y, por otra, nos encontramos con

asuntos que podríamos llamar, de coyuntura. Estas consideraciones deberían resultar en que propuestas como la que presentamos fueran bienvenidas.

En cuanto a lo primero nos encontramos con que nuestro país ha descuidado reiteradamente el conocimiento, su generación y su desarrollo en todos los niveles, por ejemplo considerando el sistema educativo, que en el universo latinoamericano es uno de los más limitados, tanto en las universidades como en los institutos y centros de investigación. Frente a esta historia de limitaciones (que es lamentable si consideramos por ejemplo, los presupuestos para ciencia y tecnología de Colciencias) contamos con un potencial increíble dada, por ejemplo, nuestra diversidad y unos ejemplos de logro que nos muestran que tal vez teniendo en cuenta nuestra creatividad, como lo veremos luego, basta con condiciones mínimas para que nuestros compatriotas puedan lograr inventos e innovaciones extraordinarias no solamente en el ámbito del arte y la literatura, sino en la ciencia y la tecnología.



## LO QUE NOS MUESTRA NUESTRA HISTORIA

### 1. LA AUSENCIA DE PERSPECTIVAS FUNDADAS EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Con respecto a la educación y al lugar que ocupa en la toma de decisiones el apoyo a la investigación en innovación en ciencia y tecnología, es muy poco lo que podemos añadir a las mediciones frecuentes que se realizan desde los programas e instituciones, que se relacionan con la apropiación social del conocimiento, la financiación en ciencia y tecnología, los estudios científicos de impacto y progreso en ciencia y tecnología que son realizados por ejemplo por el Observatorio de Ciencia y Tecnología<sup>1</sup>, Colciencias<sup>2</sup>, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia y Planeación Nacional, entre otros. Lo que resulta de estos estudios es una corroboración sistemática del descuido en que se encuentra en Colombia la investigación e innovación en Ciencia y Tecnología que se hace evidente cuando se consideran los presupuestos precarios que se destinan para ello, en el desorden inocultable de las decisiones sobre presupuestos coyunturales como los de las regalías, en las producciones científicas y tecnológicas que se mantienen en niveles muy bajos (medidas por ejemplo por el número de patentes que se registran) a pesar del aumento reciente de los posgrados y de las personas posgraduadas (en maestrías y doctorados).

Todo esto podría sintetizarse en estas afirmaciones.

- a. El desarrollo en ciencia y tecnología no se ha considerado en nuestro país como relevante. Por ejemplo, el porcentaje del PIB previsto en Colombia para ciencia y tecnología es uno de los más bajos en Latinoamérica.
- b. La comunidad de personas dedicadas a la ciencia y la tecnología está apenas consolidándose de tal suerte que, aunque el número de doctores es hoy mucho mayor que hace diez años,

---

1 <http://ocyt.org.co/es-es/InformeAnualIndicadores/ArtMID/542/ArticleID/250/Indicadores-de-Ciencia-y-Tecnolog237a-Colombia-2014>.

2 Ver el prólogo del informe: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_10/recursos/general/documentos/pdf/13042011/albany.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/documentos/pdf/13042011/albany.pdf).

los proyectos de investigación institucionales y consolidados por su producción, son aún muy escasos.

- c. La imagen de la ciencia y de los científicos en nuestro medio aún está distorsionada de tal suerte que carecemos de vocaciones científicas; esto es, muy pocas personas ven que la formación en ciencia pueda convertirse en su proyecto de vida.
- d. Para la sociedad en general, la ciencia en Colombia es algo esotérico y curioso, no una posibilidad real.

## 2. LAS INMENSAS POSIBILIDADES QUE SURGEN DE NUESTRO PATRIMONIO

Frente a este estado de cosas, nos encontramos, por otra parte, en un universo de promesas e ilusiones. Cuando nuestros intelectuales, el mundo de la universidad y de la investigación y también los escritores se refieren a lo que somos, la referencia a las posibilidades de desarrollo vistas desde nuestro patrimonio nos hacen soñar con un país pródigo en opciones de buen vivir y con incontables avenidas de realización. Y todos ellos mencionan las múltiples diversidades (climática, étnica, biológica, etc.), la posición geográfica, los recursos minerales, nuestra historia, nuestra geografía, nuestras creaciones artísticas (en la música, la literatura, las plásticas, etc.). Y otras referencias que reconocen muy positivamente nuestra creatividad.

Al respecto, anotemos algunos comentarios de Universia sobre una reunión (2011) de los vice-rectores de universidades de Colombia<sup>3</sup>:

Dado lo anterior, Gualdrón considera importante que la investigación empiece a centrarse en campos como la minería, en donde se proyectan grandes inversiones, y en la *biodiversidad*, cuyo potencial aún no ha sido bien explorado para satisfacer las necesidades de todas las regiones del país. “Si no generamos conocimiento propio, esa potencialidad no será bien aprovechada, o será utilizada por sectores externos a Colombia”, argumenta Samuel Ospina, de la Universidad Tecnológica de Pereira.

---

3 <http://noticias.universia.net.co/en-portada/noticia/2011/01/11/777718/colombia-tiene-invertir-mas-ciencia-tecnologia-e-innovacion.html> Noviembre 01 2015.

### 3. LAS PROMESAS POR LOS ÉXITOS CONSEGUIDOS

Pero como somos un pueblo amalgamado de sorpresas y curiosidades, al mismo tiempo del universo de fracasos y frustraciones que anotamos antes y de las posibilidades, que reseñamos luego, nos encontramos con que a pesar de la situación de abandono y de carencias y necesidades, se han dado entre nosotros representantes excelsos de lo que podría ser la ciencia y la actividad en tecnología en nuestro país. Nos encontramos con el marcapasos inventado por el bogotano Jorge Reynolds, la válvula de Hakim, para la hidrocefalia, inventada por Salomón Hakim, de Barranquilla y los trabajos de la bogotana Carmenza Duque Beltrán sobre los aromas y las esponjas marinas y los de la vallecaucana Nubia Muñoz sobre el papiloma humano (recordemos que fue candidata al premio Nobel de Medicina), y lo que están haciendo la barranquillera Adriana Ocampo, Juan Carlos Borrero (valluno), Alejandro Hadad Bechara (de Montería), Rodolfo Llinás (bogotano), Raúl Cuero, de Buenaventura y, tantos otros, en diferentes áreas y que trabajan en diferentes países!. Encontramos también lo que hacen nuestras instituciones de investigación en las que, a pesar de haberse eliminado en el país casi todos los institutos de investigación, hemos conseguido, en los que quedan y en nuestras universidades, desarrollos en medicina y biotecnología muy importantes (como el logro, de la variedad Colombia que se ha exportado a muchas partes como opción auto-resistente a enfermedades del cafeto). Resaltemos las universidades entre ellas la Nacional, Antioquia, el Valle y organismos como el ICA y el Instituto del Café, entre otros.

### 4. LA ILUSIÓN PERMANENTE: LA EDUCACIÓN

Añadamos a lo dicho el carácter vergonzoso de la educación en nuestro país, a esto se refieren los resultados de las pruebas internacionales, que son lamentables para el país, aunque sólo se refieran a asuntos de instrucción. Si a ellos añadimos otros indicadores de calidad (o, mejor de no-calidad) como lo son las prácticas usuales de corrupción y clientelismo y las formas primitivas e insensatas como se afrontan e intentan resolverse los conflictos en el día a día, o como

estamos acostumbrados a tomar decisiones, el asunto es, como lo anotamos antes, realmente preocupante. Este ya no es problema menor de simple instrucción, como lo que mide la prueba Pisa, es la educación en su expresión más importante, son la convivencia y nuestros más preciados valores como seres humanos, los que están bajo la lupa. Y como estamos llenos de paradojas, es realmente curioso que la mala educación develada por la corrupción a todo nivel, la venalidad de los jueces, la impunidad rampante, la irresponsabilidad en los constructores, con edificios que se derrumban, etc., no produzca tantas quejas ni comentarios sobre la calidad de la educación, como sucede con las dificultades de nuestros niños frente a los algoritmos matemáticos, develado por las pruebas Pisa.

Pero la educación será siempre la ilusión y no existe ningún gobierno que no plantee que la educación tiene que ser la tabla de nuestra salvación como país.

## SITUACIONES DE COYUNTURA

En este momento estamos viviendo tres situaciones que podemos llamar de coyuntura, que seguramente nos posibilitarán ver de una manera distinta nuestra situación y, al mismo tiempo, considerar opciones que no estarían tan cercanas en situaciones usuales. Se trata de circunstancias que no habíamos vivido antes y que pueden ser trascendentales cuando se presentan simultáneamente.

- a. El Proceso de paz.
- b. La Ampliación de la jornada escolar.
- c. El énfasis manifiesto del país en la Educación.

### 1. EL PROCESO DE PAZ

No todos los días se encuentra un país en un proceso de paz, aunque para todos es uno de los acontecimientos más importantes para el país, para personas distintas, el proceso posee valoraciones muy diferentes. Mientras para observadores externos se trata de un acontecimiento trascendental, para muchos en el país se trata de trivialidades exageradas en un escenario nacional que no se transformará.

El asunto es que el que desde hace más de cincuenta años hayamos estado en guerra nos ha llevado a una “naturalización” del conflicto, hasta tal punto que existen quienes preguntan de cuál guerra están hablando ustedes, cuando nos referimos a los diálogos que se adelantan en la Habana. Para muchos lo que sucede en país, especialmente visto desde las grandes ciudades es algo tan natural que se piensa que “aquí no pasa nada”. Y, claro, es muy difícil que alguien describa lo que sería Colombia si no estuviésemos en guerra, porque nadie ha vivido en una Colombia en paz. Y eso es así, porque la guerra reciente que estamos viviendo solo fue la continuación de otras guerras que padecimos desde el siglo antepasado y esa permanencia de conflictos ha conducido a que las consecuencias y condiciones de la guerra se hayan convertido en situaciones naturales, normales. Como ejemplo, veamos algunos casos.

- a. El que existan situaciones de inequidad es natural. El que quienes tienen ventajas económicas puedan educarse mejor que los otros, es para muchos algo lógico.
- b. El que existan en las grandes ciudades cinturones de miseria, en condiciones tan dramáticas que se conviertan en territorios inseguros y de difícil subsistencia se considera que, o bien, es algo natural o que se trata del fruto de la torpeza de quienes viven allá.
- c. Otros acontecimientos que acompañan nuestra cotidianidad como la inseguridad, los abusos de unos y de otros, incluyendo muchas veces abusos de la autoridad, a veces no se relacionan con la guerra.
- d. El que las importaciones sustituyan lo que podríamos hacer nosotros y que no estamos haciendo debido a la guerra, son asuntos que se relacionan con la guerra pero que frecuentemente se asumen como situaciones “normales” de la vida.
- e. La precaria salud mental que vivimos muchos colombianos, puede relacionarse directamente como secuelas de la guerra. Se piensa incluso que uno de los elementos claves para pensar en el pos-conflicto es precisamente la atención a esta infinidad de casos de salud mental.

El asunto es que nos hemos acostumbrado a vivir en estas situaciones de manera natural. ¡Son tantas y tan enormes las consecuencias de la guerra que ellas ocultan a la guerra misma!

La perspectiva de una Colombia en paz, con una gran cantidad de compromisos y de intenciones para eliminar cualquier perspectiva de guerra, a la vez que plantea a Colombia y a los colombianos responsabilidades muy grandes, se nos presenta como una oportunidad para pensar en una Colombia distinta a la que hemos vivido. Se requieren nuevas oportunidades, otras fuentes de empleo, iniciativas para hacer productivas las posibilidades que siempre hemos tenido y, a la vez, que reiteradamente hemos desaprovechado. Una Colombia en paz requerirá de inventar nuevas oportunidades de realización para instaurar otras formas de convivir, superando nuestras intolerancias e irrespeto tradicionales.

Los acuerdos de La Habana no solamente requerirán del país recursos económicos para inversión y adecuación, para equipamientos y mejoramiento de las condiciones de vida. Si bien eso es muy importante, para que los acuerdos se conviertan en un norte que orienta nuestras vidas, se requiere que convivamos de otra manera, que superemos las ansias de competencia entre nosotros para vivir una vida de realizaciones colectivas y de satisfacciones de todos por encima de las búsquedas individualistas acompañadas frecuentemente de trampas y mezquindades.

Digamos al respecto que el individualismo que orienta nuestro que hacer es una de las características nuestras que está en aumento, como lo anotaremos luego.

Una Colombia en paz nos conmina a inventar posibilidades de ser al menos en tres dimensiones.

- Por una parte, se requiere lograr elementos de convivencia novedosos que nos permitan vernos de maneras diferentes, inspiradas posiblemente más en la confianza que en los controles y reglamentos que se derivan de la desconfianza que impera entre nosotros mismos.
- Por otra parte, se requerirá de individuos seguros de sí mismos, de personas que hayan vivenciado las posibilidades de crear,

de inventar y de solucionar problemas con sentido, personas que estarán en capacidad de trabajar en equipo y de sacar de las diferencias ventajas importantes a la hora de embarcarse en búsquedas compartidas.

- Finalmente, requeriremos de una enorme cantidad de personas capaces de manejar la información para convertirla en solución a los problemas que se presentan. Eso requiere de una formación que posibilite a quienes la logran unir a la información existente (las disciplinas) dosis de experiencia y conversación, creatividad e imaginación, razonamiento y pensamiento lógico, valores éticos y estético; esto es, personas capaces de hacer conocimiento.

## 2. LA AMPLIACIÓN DE LA JORNADA ESCOLAR

Hace unos 50 años los niños iban mañana y tarde a la escuela en jornadas de todo el día. En ese momento ante las carencias presupuestales para la educación y el aumento de la población estudiantil, el gobierno decidió dar uso doble y aún triple a las instalaciones y aumentar la planta de maestros de tal suerte que en una misma sede se instalaron jornadas de la mañana, de la tarde y en algunos casos de la noche. Fue así como resultamos en todos los países latinoamericanos con una gran cantidad de novedades.

Por una parte, las jornadas escolares se redujeron para los niños y jóvenes a unas 30 horas semanales y, por otra, los maestros resultaron con una jornada libre. Unos trabajaban en la mañana otros en la tarde y se dio entonces algo así como una contribución del Estado a los colegios privados, que contaban ahora con maestros que trabajarían en su jornada libre como una opción de oportunidad.

Otra consecuencia de la medida fue el apareamiento de gran cantidad de niños que no tenían nada qué hacer, unos en la mañana, otros en la tarde. Las consecuencias de las medidas tomadas para la educación de los niños fueron inmediatas y marcó una diferencia enorme entre los colegios privados (de jornada completa) y los colegios oficiales de doble o triple jornada. Nos encontramos así con colegios oficiales en los que prácticamente lo que se hace (porque eso es lo

que sucede aún en la mayoría de los establecimientos escolares) se reduce a las asignaturas clásicas de matemáticas, ciencias (naturales y sociales) y lenguaje. La formación en artes y las prácticas deportivas desaparecieron en muchos colegios, o por lo menos se redujeron a intensidades lamentables.

Para lograr la concreción de la jornada completa tiene que cumplirse con muchas tareas que no se restringen a los factores económicos, que son inmensos. Debe también pensarse en las estrategias para la formación de maestros cuyo número deberá aumentar en algo así como un 30%. Y, debe pensarse en lo que debe hacerse en esas horas adicionales de clase con que vamos a contar en cada institución escolar del territorio colombiano.

La pregunta acerca de lo que debe hacerse con estas horas que constituyen un aumento del 100% en los cursos pequeños y de cerca del 33% en los cursos más avanzados, puede constituirse en una opción interesante para que logremos no solamente ampliar la jornada sino iniciar una transformación de la escuela, bajo la orientación de las experiencias significativas que se han obtenido en nuestro país y que están sistematizadas.

La ampliación de la jornada escolar posee implicaciones muy interesantes.

- Para algunas personas si las horas adicionales se traducen simplemente en que se hará lo mismo que se ha estado haciendo pero ahora durante más tiempo, podríamos pensar en que se está perdiendo una oportunidad importante de cambio para la escuela.
- Sin embargo, así no cambiaran las cosas, el que los niños y jóvenes estén más tiempo en las escuelas, se traduce en un elemento de seguridad en cuanto se reduce el tiempo en que los jovencitos están expuestos a riesgos innecesarios.
- Desde otras perspectivas en el tiempo adicional deberá considerarse seriamente la posibilidad de aproximarse a actividades en las que estén presente de manera más explícita las opciones de crear, imaginar, inventar, de pensar de una manera diferente, etc.

- En el mismo orden de ideas, diríamos que son importantes esas actividades en las que se tiene la oportunidad de ser los protagonistas y no simplemente los receptores pasivos de algo que ya existe.
- Podríamos pensar que con la jornada actual solo se tiene tiempo para abocar una formación comprometida con las disciplinas estándar. Con este tiempo adicional podría pensarse en estrategias que conduzcan a compromisos reales de la institución escolar con lo local, con la realidad cercana.

### 3. EL INTERÉS MANIFIESTO DEL PAÍS EN LA EDUCACIÓN

Si bien la preocupación por la ampliación de la jornada escolar es un asunto orientado a la mejora de la educación, no se trata de la única iniciativa al respecto. Nos encontramos actualmente en una coyuntura muy interesante en la que explícitamente el gobierno ha planteado su compromiso con la educación. Podríamos pensar en que seriamente se está pensando en la educación como un motor de desarrollo y como una condición para la paz.

Es precisamente en este contexto que aparece esa urgencia: mejorar la calidad de la educación.

- Muchas veces se ha hablado de la educación como un norte para el país. En este momento también; no podemos, sin embargo, dejar pasar esta oportunidad para de verdad transformar nuestra educación y con ello ponerle al país un norte centrado en el conocimiento, que daría salidas novedosas a nuestras posibilidades culturales, geográficas y de patrimonio.
- Y, más allá de ello, lograr el comienzo de formación de nuestros niños como agentes de cambio, con un peso específico muy grande en las prácticas de convivencia.

Para nosotros es claro que con la firma de los documentos en La Habana no termina el conflicto, lo que se inaugura es una búsqueda generalizada del pueblo colombiano para construir algo que es para nosotros muy raro, una vida en paz. Seguramente los documentos que se firman crean un marco general de actuación dentro del cual

tendremos que caminar al menos en dos direcciones. Por una parte, hacia lo que puede ser este país, dadas sus posibilidades reales y que no ha logrado y, por otra, reconstruir, reparar y remediar lo que la guerra nos ha dejado. Ya sea una u otra la senda que sigamos, en las dos tendremos que apelar tanto a argumentos derivados del saber, como a los dictados por la convivencia.

## 2. FUNDAMENTOS

### UNA PROPUESTA ORIENTADA HACIA LA CALIDAD

#### ACTIVIDADES DE TOTALIDAD O ACTIVIDAD TOTALES

*En este apartado plantearemos características de las actividades previstas en nuestra propuesta que explícitamente divergen con respecto a las concepciones usuales de clase. Nos referiremos a (1) los aprendizajes colaterales, (2) el compromiso expreso con el conocimiento, no con la información y (3) al carácter holista de las actividades.*

#### APRENDIZAJES COLATERALES

Aunque es reconocido por los investigadores y especialistas en educación que cuando estamos inmersos en un proceso de aprendizaje, los aprendizajes que se dan no son únicos ni singulares sino que siempre estamos en frente de múltiples aprendizajes, es muy común que cuando se está organizando y haciendo la planeación escolar se opte por perspectivas analíticas extremas que nos llevan a pensar que las actividades son específicamente de las áreas sean estas matemáticas, ciencias, lenguaje o de arte, y que los aprendizajes que se dan poseen filiación disciplinar, de manera exclusiva.

Si consideráramos la existencia de múltiples aprendizajes cuando se realizan las actividades usuales, veríamos la escuela y los acontecimientos que se dan en ella de una manera diferente. Entonces la planeación sería distinta y tendríamos posiblemente opciones para lograr que lo que deseamos que suceda se consiga de manera más eficiente.

Para aproximarnos a lo que planteamos valga un ejemplo.

Cuando en la clase de matemáticas se propone —como sucede todos los días— que los niños deben aprender las tablas de multiplicar, es difícil evitar que se recurra a la memorización por repetición como método de aprendizaje. Es así como, luego de un tiempo, todos los niños repiten (o recitan) correctamente las tablas de multiplicar. Ese resultado, es un acontecimiento que conduce a felicitaciones, premios y reconocimientos fuera de la escuela; y, dentro de ella, a calificaciones y posiblemente a certificados para pasar a otros niveles de escolaridad.

¡Pero esto que sucede no es de ninguna manera inocente!

Paralela y simultáneamente con el aprendizaje de las tablas de multiplicar, que era la meta explícita del maestro, se dan otros aprendizajes que seguramente están por fuera de los horizontes de los maestros y padres de familia. Aún sin abocar la problemática con la profundidad que debiera, puntalicemos lo siguiente, en una primera aproximación.

1. El niño no solamente aprende las tablas de multiplicar, en el proceso él también *está aprendiendo a aprender: está aprendiendo que aprender es repetir y memorizar*. Para los estudiosos de los procesos cognitivos este tipo de aprendizaje es el de menor nivel, otras opciones como aprender haciendo, aprender por prueba y error, aprender por descubrimiento, etc., son de mucho mayor nivel cuando están ante el reto de aprender. *Quien aprende es pasivo en el proceso.*
2. En el ejemplo que nos ocupa el niño aprende también que el aprendizaje de las tablas no es lo importante, lo importante es lo que se recibe a cambio. Por el logro, él recibe en la escuela buenas evaluaciones y fuera de ella premios y distinciones. El conocimiento no es lo importante, lo verdaderamente importante son las notas y certificados. *¡Es el imperio del condicionamiento operante!*
3. Por otra parte, pueden tenerse las inquietudes que se tengan, lo que se estudiará y aprenderá no depende de ello sino de los planes de estudio que han sido establecidos por otros. *Y hay que aceptar la arbitrariedad.*
4. Quien determina si se cumplieron los aprendizajes propuestos no es quien aprende, sino alguien externo que establece

arbitrariamente si se han conseguido o no los resultados que se propusieron. *Externalidad del proceso.*

5. Finalmente, pero no por ello menos importante, nos encontramos con que los contenidos del aprendizaje son asuntos ya hechos; todos aprenden algo que ya existe. El aprendizaje usual es un proceso ajeno a las novedades y a la utilidad práctica. *Se relievra la inutilidad de la creatividad y la imaginación.*

Sintetizando, podríamos decir entonces que el citado proceso de aprendizaje de las tablas de multiplicar está acompañado de, (1) un aprendizaje pasivo: aprender que aprender es repetir y memorizar, (2) el condicionamiento: aprender que las cosas se hacen por lo que se recibe a cambio, no por ellas mismas; (3) aprender a aceptar la arbitrariedad y la obediencia (4) que el proceso está determinado por agentes externos al proceso mismo, (5) que ni la imaginación ni la creatividad juegan un papel.

Seguramente el listado de aprendizajes subsidiarios (o colaterales)<sup>4</sup> que se dan en el proceso de aprender la tablas de multiplicación puede completarse aún más. Sin embargo, los que hemos citado son suficientemente importantes y sobre ellos se ha llamado la atención desde múltiples perspectivas, por ejemplo Philippe Meirieu (1998) o las pedagogías inspiradas en la teoría de la Complejidad o quienes se aproximan al hecho escolar desde la teoría de Sistemas (Ver por ejemplo, Peter Senge, 2000).

Para quienes piensen que es posible encontrar alternativas de enseñanza que sean tan centradas (o neutrales) que no permitan estos aprendizajes subsidiarios o colaterales, podemos afirmarles que ello es imposible pues se trata en general de aprendizajes caracteriológicos que tienen que ver con nuestra concepción el mundo, nuestros criterios y valores, de las actitudes y disposiciones de quienes aprenden, del tipo de relaciones que se tengan con compañeros y amigos, etc., esto es, tienen que ver con nuestra totalidad como seres humanos y que siempre estarán presentes, así intencionalmente no lo planeemos. En otras palabras, queremos plantear también que muchos de los aprendizajes

---

4 A estos aprendizajes que estamos denominando colaterales, G. Bateson (1972) los denomina deuterio-aprendizajes.

colaterales son más importantes que los aprendizajes —objeto que se plantean. Por ejemplo, en el caso anterior, es mucho más importante que el individuo se sienta activo; esto es, protagonista, en los procesos de aprendizaje, a que aprenda las tablas de multiplicar, más cuando estas son en últimas aprendizajes inútiles ya que nadie las va a usar en el mundo contemporáneo de las máquinas de calcular.

Ya antes hicimos un listado preliminar de los aprendizajes colaterales que podrían darse en el proceso de aprendizaje de las tablas de multiplicar (tomado como ejemplo). La pregunta es si las cosas pueden ser distintas; esto es, si es posible que como aprendizajes colaterales logremos resultados como los de la columna de la derecha, en la tabla siguiente.

	<b>Los aprendizajes usuales</b>	<b>Una esperanza para la escuela</b>
1	Aprender que aprender es repetir y memorizar.	Aprender por invención, por prueba y error, aprender haciendo, etc.
2	Aprender por lo que recibe a cambio: premios, calificaciones, certificados	Aprender por el valor de lo que se aprende, por ejemplo, por conocer.
3	Aprender a aceptar la arbitrariedad	Aprender en un contexto de comprensión, razón y entusiasmo. Pertinencia.
4	El proceso es determinado por agentes externos (pasividad).	La definición de que lo que se aprende depende de quién aprende (actividad).
5	La pasividad es la cualidad máspreciada en el proceso. Creatividad e imaginación inútiles	Insistir en la importancia de la creatividad e imaginación.

En otras palabras, si reconocemos que cualquier actividad de aprendizaje está acompañada de otros aprendizajes y que esos aprendizajes son importantes, nos preguntamos si tales aprendizajes colaterales no podrían ser otros, más aún, ser aprendizajes deseables considerando nuestra tarea de formación-educación y las necesidades que se derivan de las coyunturas que estamos viviendo. Lo que pensamos es que es posible que aquellas actividades ideadas desde esta perspectiva de totalidad consideren no solamente las metas concretas de contenido, sino los aprendizajes que se dan en el proceso, que tienen que ver con aprender a aprender y que poseen elementos caracteriológicos deseables. Una actividad puede llevar a que quien aprende (sea un niño o un adulto) se sienta un estúpido

o muy inteligente, aun habiendo hecho lo mismo, todo dependiendo de las formas de interacción en el aula. Y lo mismo puede decirse de esos aspectos tan importante como son las seguridades en sí mismo y los orgullos.

Para comprender las *actividades de totalidad*, veamos un ejemplo muy puntual.

Supongamos que los niños han planeado y se les ha aceptado la construcción de una cabañita en el bosque. Para ello se les pidió que entre todos definieran qué es lo que van a hacer y que solicitaran formalmente los materiales que requerirán. En ese proceso discuten y se asesoran de otros que posiblemente tienen alguna experiencia en ello, entre ellos a algunos maestros, quienes les recomiendan qué materiales utilizar y otros compañeros mayores que les ayudan a hacer las listas de materiales. El asunto es que las reuniones se dan y las listas se elaboran. En el proceso se dan aprendizajes relacionados con cómo ponerse de acuerdo y decidir lo que se ha a hacer. El asunto de llegar a acuerdos, es cosa seria. Hay necesidad también de distribuir responsabilidades y tareas.

En el proceso se evidencian actitudes y habilidades, que no se conocían previamente. El uno sabe clavar puntillas y el otro hacer agujeros para clavar postes. Otros son muy fuertes para el transporte de los materiales o diestros en la utilización de seguetas y serruchos.

Los procesos evidencian asuntos interesantes como que si lo que queremos es construir la cabaña, no se trata de buscar reglamentos que sancionen o culpen a quienes se equivocan en los procesos de construcción, sino de buscar estrategias para acompañarse y no cometer errores que retrasen la obra.

En una actividad de estas se presentan múltiples aprendizajes, la mayoría de ellos relacionados con la convivencia, la emergencia de la confianza y el respeto y el enriquecimiento de la experiencia. No es el momento de conceptualizar y concretar cada cosa que se está aprendiendo, pero sí de lograr elementos que posteriormente, a la hora de comprender en la clase de física el manejo de las máquinas simples y palancas, por ejemplo, nos remita al uso de las herramientas con que nos familiarizamos al construir la cabaña (carretilla, martillos y tenazas, por ejemplo).

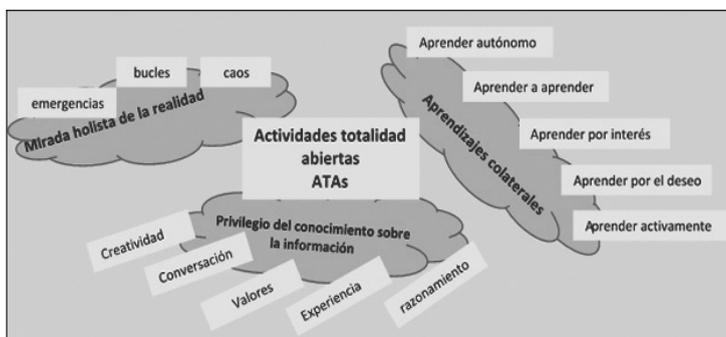
Por las dinámicas escolares, sabemos que es posible que la cabaña que logramos con tanto esfuerzo desaparezca al poco tiempo. Los otros aprendizajes en su mayoría duran mucho más. Algunos, seguramente son para toda la vida.

Sucede lo mismo con muchos de los aprendizajes usuales en nuestras escuelas de todos los días. ¡Lo que se aprende hoy para dar cuenta de las lecciones escolares posiblemente se olvida muy pronto, mientras que otras cosas que han acompañado tal aprendizaje seguramente se mantienen por mucho más tiempo!

## ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA PROPUESTA

### 1. INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO

En los planteamientos anteriores hemos sido muy reiterativos en cuanto a que lo que se busca en el entorno escolar no es simplemente que se de una familiarización e incluso un aprendizaje de hechos y resultados importantes que se han logrado en nuestra historia humana de realizaciones; sino que más allá de ello, quienes aprenden deben lograr en los procesos, vivencias de conocimiento que les permita pensarse en la perspectiva del saber como *quienes son capaces de hacer con el conocer* en términos de la capacidad de comprender y explicar, de transformar y cambiar el mundo en que se vive y de solucionar con ese saber, asuntos importantes y significativos.



Eso es lo que a nuestro juicio diferencia la información del conocimiento, mientras la información en general es neutral, el conocimiento es comprometido con las acciones que se realizan, mientras la información es general, el conocimiento es particular, esto es, puntualmente orientado a asuntos específicos, sean éstos problemas, dificultades o curiosidades (Segura, D., 2000).

Como lo anotábamos antes, debemos superar en las aulas el compromiso con la información y establecer ocasiones y circunstancias adecuadas para que nuestros niños se familiaricen con el conocimiento. Y ello es posible cuando a las informaciones generales que se encuentran coleccionadas en los planes de estudio de manera disciplinaria les añadimos los elementos de contexto que los hacen significativos y determinantes a la hora de solucionar un problema o de elaborar una explicación. Es entonces cuando constatamos que esa información general y neutral que se encuentra en textos, manuales y clases, se hace útil si se enriquece con experiencia, la experiencia de los protagonistas, de quienes conocen; si se pone en movimiento mediante el razonamiento y la lógica, de un lado; y la imaginación y creatividad de otro; si se confronta con los valores éticos y estéticos, que son asuntos de contexto y de cultura y si se pone en movimiento en la conversación, que procurará establecer relaciones cognitivas, no restringidas al acervo intelectual de uno sino de todos los protagonistas del diálogo. Es ello lo que nos lleva a sostener que la conversación es –si no la fundamental– sí una de las fuentes fundamentales del conocimiento en el entorno escolar (Segura, D., 1999).

En resumen, esa capacidad de *hacer con el conocer* se convierte entonces en un bucle cuando ese hacer es el conocer mismo (*conocer con el conocer*) y nos encontramos entonces con las fuentes de conocimiento en general y con aquellas que caracterizan puntualmente el entorno escolar.

Claro, sobre esto ya han insistido los educadores: el trabajo colaborativo, en grupo, enriquece las actividades y posibilita que el contexto que se construye no esté comprometido solamente con el saber y el conocer, sino con el ser y la convivencia. Es en el trabajo en grupo donde se constata palmariamente que frente a lo mismo pueden existir diferentes miradas e interpretaciones, todas

legítimas y pertinentes y que el que optemos por una, desechando otras posibilidades no es asunto de “mirar bien”, o de que “la razón coincide con la autoridad”, o de que es lo que dice el texto, o de otras razones por el estilo. Es entonces cuando emergen como posibilidades claves para acceder a la verdad, la razón y la prueba empírica que se elaboran en cuanto se construyen las disciplinas en la dinámica del conocer<sup>5</sup>.

## 2. UNA PERSPECTIVA HOLISTA

Otro asunto que debemos tener en cuenta es que los actos que acontecen en la vida y particularmente en el entorno escolar poseen elementos de totalidad. Cualquier aprendizaje genuino que se logre, incide holistamente en los sujetos involucrados. Los aprendizajes refuerzan o cuestionan nuestras concepciones de manera sensible. Las consecuencias de los nuevos aprendizajes en nuestra estructura cognitiva puede verse desde los sistemas muy a la manera como Kuhn<sup>6</sup> habla de lo que sucede en tiempos de ciencia normal y lo que sucede en tiempos de conflicto (o de revolución), o lo que plantea Piaget<sup>7</sup> cuando nos recuerda que la acomodación tiene que ver con las transformaciones en el desarrollo cognoscitivo, mientras que la asimilación mantiene el nivel de desarrollo pero lo enriquece, por ejemplo, mediante acontecimientos de aprendizaje, reforzándolo (Segura D., 1993, especialmente cap. 2). Es así como el aprendizaje tiene que ver con nuestras concepciones acerca de nosotros mismos. Tenemos entonces que el conflicto fue determinante en las revoluciones científicas (Kuhn) y las acomodaciones en el desarrollo cognitivo (Piaget) y, encontramos así que las cosas que no coinciden con nuestras expectativas se convierten en desajustes, incoherencias y

---

5 Para el caso de las matemáticas ver: “Haciendo de matemáticos en el aula”, en *Nodos y Nudos* (no 1), de J. Malagón. El libro de matemáticas del Idep, el informe del Idep, de Ricardo Castañeda. Para el caso de las ciencias ver *Vivencias de conocimiento y cambio cultural* (2000), En general el texto “La construcción de la confianza es una sistematización que acoge diferentes áreas”. También los escritos de economía azul..., En tecnología es significativo el texto *La autorregulación, un universo de posibilidades* de R. I. Pedreros y otros (2000).

6 Kuhn, T. *La estructura de las revoluciones científicas* (1995). Fondo de Cultura Económica: México.

7 Piaget, J. “Desarrollo y aprendizaje”. En *Naturaleza Educación y ciencia* No 3. Bogotá.

motivos para indagar, en la búsqueda de una explicación. Así es como encontramos que *los retos son el motor fundamental para mantenernos en la búsqueda, en la experimentación, en la discusión*. Y eso se convierte en una luz en el camino de la enseñanza: Es el desequilibrio no la lección lo que está en el centro de la atención en nuestra clase imaginada. En este contexto concebimos el reto como el problema que no se ha resuelto, pero frente al cual mantenemos la convicción de poderlo resolver. Así, el reto es un ejercicio de la voluntad y una ocasión para reiterar nuestras seguridades en nosotros mismos.

Un acto de aprendizaje puede afianzar o puede poner las concepciones en cuestionamiento, y esas concepciones acerca de nosotros mismos son claves en la formación-educación. Ya lo habíamos anotado antes cuando planteamos la existencia de los aprendizajes colaterales. Como resultado de ciertas prácticas y exigencias podemos incidir por ejemplo en nuestras propias seguridades, en nuestros orgullos y en el convencimiento de ser capaces de solucionar los problemas que se nos presenten o de sortear las dificultades propias de las tareas que nos proponemos. En tal sentido más importante que el aprendizaje de algoritmos o informaciones son las seguridades en sí mismos que logren elaborar los estudiantes. Y quizás, repitiéndolo, vale la pena insistir en los aprendizajes importantes que deben lograrse y que es imposible conseguir mediante ejercicios de repetición o en otras estrategias memorísticas. Es fundamental que nuestros estudiantes, como ya lo dijimos, elaboren seguridades en sí mismos y en los colectivos a que pertenecen.

### 3. UNA MIRADA COMPLEJA

Por otra parte, los actos de la vida escolar tienen que ver también con el valor de la verdad. No es un asunto de conveniencia, es un hábito que se debe elaborar de tal suerte que en las circunstancias cotidianas, ante un cuestionamiento no debe tratarse de ver si es conveniente decir o no la verdad, sino de que, por una parte, la respuesta (la acción) debe ser automática y, por otra, que la verdad debe ser la única posibilidad, sin necesidad de reflexionar sobre ello. En ello coincidimos con F. Varela (1995) quien nos plantea cómo existen respuestas encarnadas que ocurren sin necesidad de pasar por la

razón, y que más del 90% de nuestras conductas en el día a día son de tal naturaleza. Y de ellas muchas tienen que ver con la ética, con nuestros comportamientos. Varela nos lo recalca, *el hombre bueno no es el que quiere ser bueno, es el que es bueno*.

Ahora bien, el trabajo en grupo nos tiene que conducir y disponer al respeto que resulta de y en la construcción del otro. Con frecuencia esperamos que todos piensen como nosotros pensamos y que vean lo que nosotros vemos. El trabajo en grupo nos posibilita constatar que existen legítimamente formas alternativas de pensar, que incluso alguien puede pensar de manera diferente a nosotros y aún más, pensar mejor que nosotros. El asunto es más dramático cuando constatamos que estando ante lo mismo, diferentes personas pueden ver cosas distintas. Todos estos elementos son claves para elaborar formas diferentes de relacionarnos, de reconocernos y de proceder. La encuesta nacional de salud mental 2015 muestra que cada vez somos más individualistas y que *“la construcción de capital social muestra bajos porcentajes porque se están perdiendo acciones de carácter comunitario”*<sup>8</sup>. Los investigadores de Minsalud-Colciencias (op. cit.) encuentran correlaciones entre estos problemas de salud mental y las experiencias derivadas de la violencia y la guerra.

Ahora bien, la realidad que se construye en el devenir escolar no está constituida por aportes puntuales como en la tabla de contenido de un texto. Lo que hoy sabemos es que todo está en relación con todo, que las relaciones de causalidad no son lineales con causas y consecuencias perfectamente determinadas, sino que lo que mejor describe el acontecer en el mundo son los bucles de causalidad y las relaciones de interacción –emergencia, en un mundo en el que las emergencias siempre nos sorprenden y nos hacen recapacitar en las relaciones entre el caos y el determinismo.

El apareamiento de las emergencias como elementos inevitables en las descripciones que hacemos del mundo y sus acontecimientos, nos lleva a pensar con modestia las relaciones que existen entre conocimiento y acontecimiento. Después de haber construido una

---

8 Ver [http://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field\\_document\\_file/saludmental\\_final\\_tomoi\\_color.pdf](http://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field_document_file/saludmental_final_tomoi_color.pdf).

imagen tan sólida de lo que era nuestro saber y de haber creído que la realidad estaba capturada, nos encontramos con que lo más cercano a nosotros es lo más incomprensible (ver Z. Bauman (2005)). Nos encontramos con que aun conociendo muy bien a esos dos niños que conversan, no podemos anticiparnos a lo que serán como grupo cuando interactúen en otros contextos, fuera de nuestra mirada. De la misma manera tampoco sabemos cómo anticiparnos a las propiedades de una molécula a partir del conocimiento de los átomos que la constituyen (ver Moran (1986)). Como no sabemos qué está viendo el otro cuando mira lo que yo estoy mirando.

#### 4. LA CLASE COMO SISTEMA

A propósito de una mirada compleja a la escuela, vale la pena que nos detengamos un instante en la discusión acerca de lo que es la clase, vista desde la mirada tradicional y considerándola desde ópticas más contemporáneas. La clase como sistema es una de las discusiones usuales, especialmente entre quienes se preocupan por la didáctica. Es en este contexto en el que usualmente se proponen tres elementos para definir lo que llaman la triada didáctica, que serían los elementos constitutivos de la clase: el estudiante (quien aprende), el maestro (quien enseña) y los contenidos (el objetivo de la clase).

El didacta de las matemáticas se interesa en el juego que se realiza –tal como lo puede observar, y luego reconstruir en nuestras clases concretas– entre *un docente, los alumnos y un saber matemático*. Tres lugares pues: es el sistema didáctico (Chevallard, I. 1998, p.4).

En este sentido lo que se haga en la clase estará orientado a que *el maestro* disponga las cosas para que *el estudiante* aprenda lo que está previsto que debe aprender (*los contenidos*). Si se dan ejemplos y se hacen prácticas de laboratorio es con tales fines, si se estudian, tratan y trabajan problemas en términos de proyectos, se hace también con el objetivo de que haciéndolo el estudiante aprenda los contenidos. Es por tal razón que es posible comparar ‘la calidad’ de las prácticas o de los aprendizajes entre escuelas muy distintas y localizadas muy lejos entre sí y, además soñar con pruebas estandarizadas para todo el mundo y hacer entonces una escala que nos permita localizar a todos

los países de acuerdo con la calidad de los aprendizajes. Una clase, concebida de esta manera nos parece que posee varios inconvenientes, que entre otras cosas se han ido reconociendo en la literatura. En primer lugar, hace que el sistema-clase sea un sistema cerrado (sin contactos con el exterior), esto es, un sistema en el que aumenta la entropía y por consiguiente el desorden. El aumento del desorden conduce a su vez a que existan cada vez más controles y restricciones.

## 5. NO LUGARES Y LUGARES ANTROPOLÓGICOS

Por otra parte, el contacto del sistema con el contexto puede considerarse de varias maneras. En el caso extremo, si no hay contacto con el entorno, la escuela puede estar en cualquier parte y hacer lo que hace independientemente de donde se encuentre. Podría convertirse en un NO-lugar (Augé, M. 2000), como efectivamente está ocurriendo; así, los estudiantes egresados del sistema pueden carecer de vínculos y compromisos con el entorno y con su propia cultura y estar muy distantes de lo que podríamos denominar, compromisos ciudadanos. Por otra parte, la carencia de relaciones con el entorno nos lleva a una clausura de significados, lo que se hace en el aula se hace por razones derivadas de la clase misma, no por los significados que puedan derivarse de lo que sucede en el contexto o en la relación de los individuos con él. Estas consideraciones nos facilitan comprender por qué en las escuelas los estudiantes están cada vez más distantes de las posibilidades de participación política, por qué se mantiene la pregunta y, esto ‘¿para qué me sirve?’ y por qué existe una pared cada día más inexpugnable entre la escuela y su entorno, entre la escuela y los padres y ciudadanos.

Nuestra concepción de clase es distinta. Nosotros no pensamos que la escuela deba verse como un algo que se desplaza hacia adelante, con los ojos puestos en el pasado (los contenidos) que se parece a la imagen que nos construyó Margaret Mead (2002) hace ya cincuenta años y que denominó *pensamiento post-figurativo*. Nos parece que el aprendizaje debe darse en el acto mismo de la utilización del conocimiento en la cotidianidad escolar. Es por ello que proponemos el trabajo escolar en torno a proyectos. Se trata de proyectos de verdad, que genuinamente están comprometidos con problemas

cuya solución justifica la existencia del proyecto. Tenemos entonces que las problemáticas que se derivan del proyecto nos exigirán recurrir a la información disponible para su solución. Y en ese proceso se aprenderá lo más importante de las disciplinas que no es otra cosa que saber cómo utilizarlas, cómo asignarles significados, cómo convertirlas en herramienta, en procedimiento o en aparato. En este caso el sistema-clase es abierto desde muchas ópticas. Por una parte los significados y justificaciones de lo que se hace se relacionan con problemas significativos no solo desde la escuela sino también desde el entorno. Siguiendo el texto de Augé, se trataría ahora ya no de NO LUGARES, sino de *lugares antropológicos que son, al mismo tiempo, principio de sentido para aquellos que lo habitan y principio de inteligibilidad para aquel que lo observa*<sup>9</sup>.

Por otra parte, se establece una relación de compromiso, de expectativa e incluso de esperanza frente al éxito de las actividades en la perspectiva del proyecto. Y es esa apertura la que se convierte en válvulas de escape ante las diferencias y posibles conflictos. Si de lo que se trata es de solucionar un problema que todos hemos identificado como fundamental, quién trabaja más o menos, quien se equivoca y quien no, ya no serán los problemas interpersonales sino búsquedas colectivas que deben conducir a formas de trabajo e interacción más eficaces en donde posiblemente la democracia como método será fundamental para la búsqueda e invención de alternativas.

---

9 [http://www.ull.es/publicaciones/latina/Resena\\_Sanguineti.htm](http://www.ull.es/publicaciones/latina/Resena_Sanguineti.htm) Noviembre 2015.

### 3. LA PROPUESTA ATA-EPE

#### CONCRECIÓN DE DOS EXIGENCIAS EN UNA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA: LAS ACTIVIDADES TOTALIDAD ABIERTAS

Esta propuesta para la introducción a la tecnología en la escuela está elaborada atendiendo a situaciones contextuales muy bien definidas. Por una parte considera las carencias de siempre de nuestro sistema educativo: el descuido de la educación en ciencia y tecnología y la carencia de actividades comprometidas con la invención y la creatividad. Además, intentamos reconocer y estudiar tanto los desarrollos tecnológicos de nuestra tradición como los aportes de nuestros científicos y, finalmente reconocemos la importancia del conocimiento como perspectiva posible de realización en nuestro país. (Capítulo 1). Por otra parte, está basada en supuestos pedagógicos contemporáneos que se sustentan en la teoría de la complejidad y los sistemas dinámicos (Capítulo 2). Con estos elementos como puntos de partida, buscamos que los contextos de trabajo que se proponen y las metodologías puntuales que orientan lo que denominaremos *entornos de aprendizaje*, contribuyan a mitigar una historia de inequidades y privaciones, a la vez que se orienten explícitamente a la formación de nuestros jóvenes y niños en ciencia-tecnología, en un contexto de realización donde la historia y cultura nuestras y, en particular, nuestra tecnología ancestral, juegan un papel determinante para dotar de sentido las actividades.

En la Escuela Pedagógica Experimental hemos adelantado nuestra tarea siguiendo nuestras ACTIVIDADES TOTALIDAD ABIERTAS (Atas),

desde hace ya unos 30 años. Ver Segura, D. *Las Atas, una alternativa didáctica* (1991).

Así pues, empezando con los objetivos generales del programa (metas) veamos las características de nuestra propuesta como *modelo pedagógico*.

## MODELO PEDAGÓGICO

Este estará definido si determinamos cuáles son nuestros objetivos (las metas), puntualizamos los elementos de soporte para que funcione (los contextos de trabajo), la estructura de las actividades, comprometida con la concepción de aprendizaje (sintaxis de las actividades), las dinámicas que mantendrán funcionando el proceso desde la perspectiva actitudinal (dinámicas de sostenibilidad); el compromiso disciplinario que nos orientará en las dinámicas hacia el logro de metas comprometidas con las necesidades y los contextos de la escuela y de los estudiantes. Son posiblemente las dinámicas de sostenibilidad las que garantizan que se estén dando los aprendizajes deseables, que no se pueden mencionar como perspectivas homogéneas para todos, sino como las que pueden ser en las mejores condiciones dadas las características individuales de cada quien.

### 1. METAS

- a. Lograr en los niños y jóvenes, seguridad en sí mismos, confianza en lo que pueden lograr y optimismo frente a la posibilidad de sortear exitosamente problemas y dificultades. La idea es convencernos de que nuestras vidas y situaciones pueden ser mejores y que estamos en capacidad de hacerlas mejores.
- b. Elaborar habilidades y experiencias positivas que promuevan el trabajo en grupo y con ello la superación del individualismo y la emergencia de conductas solidarias e incluso altruistas, en ambientes de convivencia armónicos y productivos. Se trata de elaborar la confianza en los colectivos humanos a que pertenecemos.
- c. Ofrecer experiencias que conduzcan a la construcción de proyectos de vida articulados con la ciencia y la tecnología

como horizonte de realización, dotados de sentido por el conocimiento de nuestra historia y las posibilidades de realización en el país. Nuestra historia es un elemento para ser optimistas cuando se imagina lo que podremos llegar a ser trabajando todos juntos.

En nuestro modelo estos objetivos se consiguen como resultado de las dinámicas que se promueven en las diferentes actividades. No son la consecuencia de conversaciones o reflexiones explícitas y puntuales sino el producto de los ambientes de trabajo y de la manera como quienes aprenden se relacionan con las actividades e interactúan con los otros sujetos del entorno (compañeros y maestros). *Son aprendizajes colaterales* (ver capítulo 2).

## 2. CONTEXTOS DE TRABAJO: ELEMENTOS DE APOYO

Para que los aprendizajes colaterales mencionados en el primer punto sean posibles es importante que se tengan en cuenta en el desarrollo de las actividades aspectos como los siguientes, que como lo veremos más adelante propician la construcción de los entornos de aprendizaje adecuados y, al mismo tiempo, son una consecuencia de ellos.

- a. **La historia de elaboraciones colombianas** en el ámbito del saber, que poseen tres fuentes de privilegio.
  1. Los logros de nuestros científicos y los centros de investigación de Colombia, que incluyen a personajes desde Francisco José de Caldas y Jorge Reynolds hasta Nubia Muñoz; o desde la Expedición Botánica, hasta los centros de investigación como el del café o los que existen en nuestras universidades y hospitales (Cancerológico, ICA, etc.).
  2. Los saberes y tecnologías ancestrales que han orientado la vida en las comunidades indígenas, representados en (1) los mitos de origen, (2) las prácticas (herramientas, construcciones y actividades de pesca y caza, por ejemplo) y (3) en los rituales.
  3. Las costumbres y prácticas de nuestros campesinos y grupos minoritarios que viven en el campo y en las zonas periféricas

de las ciudades (tratamiento de enfermedades, usos de fibras y telares, construcciones, etc.).

**b. Las implicaciones del conocimiento en la cotidianidad.**

Las relaciones que existen entre los contenidos del aula de clase y las soluciones a problemas de la cotidianidad con ejemplos vivos que muestran el paso de la información al conocimiento. Incluimos en este apartado aparatos de medida (metrología) y herramientas de trabajo como tornos y taladros.

**c. La tecnología en lo elemental y simple.** La importancia de lo elemental y simple como fuente y testimonio del valor del conocimiento y, con él, de la creatividad y la recursividad. Estudio de estructuras de papel, de aparatos ópticos y de soluciones creativas a problemas genuinos. (Como ejemplos especiales de este tema tenemos algunos casos planteados por Gunter Pauli en el marco de la Economía Azul (Pauli, G. 2012)). Se trata de una discusión permanente en torno a la tecnología de nuestro entorno. En estos desarrollos volveremos recurrentemente a ejemplos que enfatizan en la importancia del manejo de las manos como elementos transformadores y creativos.

3. SINTAXIS DE LAS ACTIVIDADES: DEL RETO DE LA INVENCIÓN

Por los resultados que hemos tenido al aplicar esta propuesta y con los ajustes que estamos haciéndole permanentemente (ver más adelante elementos sobre las aplicaciones recientes de esta propuesta), estamos convencidos de la conveniencia de promover entornos de aprendizaje centrados en *la invención*. Los materiales de que dispone el programa, las actividades que se proponen y la sintaxis de las mismas están orientados a promover la invención en un proceso que podría sintetizarse por tres o cuatro etapas (pero cuya delimitación no es rigurosa pues los tipos de actividad en cada etapa no son mutuamente excluyentes) y no tienen que sucederse de acuerdo con una secuencia fija.

*a. El problema desencadenante.* Presentación de lo que se propone teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes. Estamos ante un reto.

- b. *Conocimiento-reconocimiento de los materiales* en las dinámicas que surgen de armar prototipos mediante guías de armado (etapa de armado). Es una introducción a las transformaciones del movimiento y la energía.
- c. *Modificación de los ejemplares a que se llega*, interviniéndolos y confrontando lo que se logra con lo que han conseguido otros mediante la exhibición de videos<sup>10</sup> y testimonios de trabajos anteriores (etapa de modificación).
- d. *Invencción: se trata de dar rienda suelta a las iniciativas* que surgen de las transformaciones del movimiento que se están vivenciando y a las posibilidades que brindan los materiales que en este momento son motivo de exploración. Se trata de articular lo que se está viviendo y aprendiendo con la imaginación, la curiosidad y el deseo.

Anotemos que contamos con una colección interesante de mecanismos que ilustran las transformaciones de movimiento (pedales, palancas, máquinas de tres vigas, etc.) y de propuestas de veletas de jardín, artefactos con movimiento y autómatas. En esto hemos encontrado coincidencias con el proyecto europeo Clohe<sup>11</sup>.

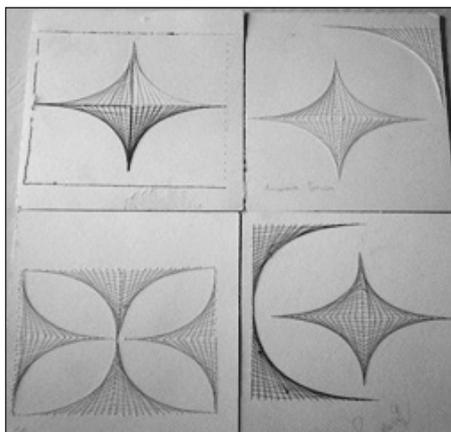
---

10 Tenemos en Youtube videos de ampliación de la propuesta y de testimonios de lo que se hace al aplicarla en situaciones típicas [https://www.youtube.com/results?search\\_query=roboticaescolar+ATA+epe+](https://www.youtube.com/results?search_query=roboticaescolar+ATA+epe+) (Octubre 6, 2015) También en nuestro portal <http://www.roboticaescolar.com/>, ((Octubre 6, 2015) hay información amplia al respecto.

11 “El proyecto educativo europeo Clohe es una iniciativa innovadora que utiliza juguetes de movimiento mecánico (Autómatas) como herramienta para incidir en la mejora del aprendizaje de ciertas competencias transversales esenciales por parte de los alumnos de primaria.

Los juguetes de movimiento mecánico (Autómatas) son una manera muy útil de introducir a los alumnos en materias como la ingeniería, el arte, la escultura, la mecánica y la ciencia, gracias a la combinación entre juego y tecnología. Si queremos que los comprendan la importancia de la ingeniería y la tecnología los juguetes mecánicos son una forma ideal para introducir sus conceptos. Pero los juguetes mecánicos van más allá ya que siempre han fascinado a los niños en tanto combinan los elementos del juego creativo con la magia inexplicable de su funcionamiento.

Los resultados del proyecto Clohe permitirán a profesores y alumnos construir su propio Automata. Para ello incluirán manuales del profesor detallados, seminarios, documentación, metodología y un museo virtual on-line en el que los alumnos puedan mostrar sus logros a sus compañeros”. Cita textual de <http://openeducationeuropa.eu/es/project/clohe>, consultado el 15 de febrero de 2014).



Si exigimos que en todo momento quien aprende se sienta protagonista de su aprendizaje, tendremos entonces sujetos activos que descubren, modifican, inventan y comunican a sus compañeros lo que hacen. Es un ambiente interactivo de colaboración, no de trabajo en la soledad. Así mismo debe ser un ambiente de reconocimiento, del que emergen orgullos y seguridades. En el grupo todos saben lo que inventan todos y lo que inventa cada quien y todos se admiran y se sienten orgullosos por lo que se logra: todos son miembros del grupo y en cuanto tales, sienten que cualquier conquista de alguien del grupo, es una conquista de todos. Así pues, todos se sienten con derecho a utilizar las iniciativas de todos. La copia es una forma de reconocimiento, y por eso es algo que se promueve en vez de restringirse.

#### 4. DINÁMICAS DE SOSTENIBILIDAD: LO QUE MANTIENE AL GRUPO EN LAS BÚSQUEDAS.

Lo que mantiene andando al proyecto ya sea para un grupo de trabajo o para los individuos, surge del compromiso, la pertinencia, el significado de las actividades y, sobre todo, de las satisfacciones tanto individuales como de los pequeños colectivos que se organizan en el desarrollo de iniciativas, propuestas y dificultades.

Mientras en otros contextos son las calificaciones y reconocimientos evaluativos externos los que incentivan el hacer en los proyectos y

se convierten en satisfacciones para quienes aprenden, en esta propuesta lo que hemos tratado de mantener es un entusiasmo permanente por lo que se hace que se deriva del protagonismo de estudiantes y maestros frente a los proyectos e iniciativas, de los resultados que se obtienen, de la interacción permanente entre los diversos actores, que se convierte en fuentes de reconocimiento y de orgullos y del sentido que para cada quien tienen las actividades. En cierta manera reiteramos los planteamientos de Meirieu (2.000), en cuanto a que es la escuela la que tiene que adaptarse a los estudiantes, no estos a aquella.

Se trata de satisfacciones por lo que se logra, de orgullos por lo que se inventa, como miembros del grupo; del regocijo por lo que logran los grupos; en fin, de la recuperación del significado e importancia del conocimiento, la aventura de saber; es la alegría derivada de que los prototipos que se inventan funcionen, de que la idea que se tuvo se haya puesto a prueba y haya servido, etc. En fin es la sostenibilidad que resulta de quienes están activos con las tres haches en acción: *head* (cabeza), *bearth* (corazón) y *hands* (manos), como lo plantean los pedagogos de la India, esto es, el razonamiento, la emoción y la actividad<sup>12</sup>. La importancia de esta perspectiva pedagógica está enfatizada en nuestro logo de ATA-EPE. En nuestros días es muy fácil utilizar las redes sociales para divulgar y compartir logros y orgullos<sup>13</sup> y propiciar así ocasiones de reconocimiento.



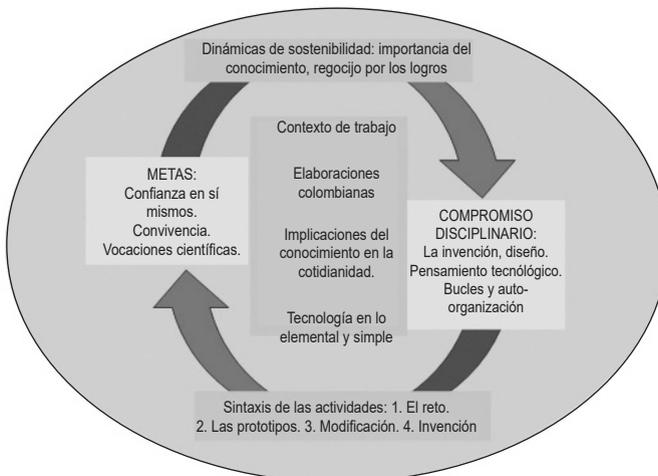
12 Ver Satish Kumar [www.youtube.com/watch?v=VAz0bOtfVfE](http://www.youtube.com/watch?v=VAz0bOtfVfE) (octubre 5, 2015).

13 El trabajo de curvas con rectas que se muestra en esta página es tomado de <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1063590210336126&set=oa.980154188696105&type=3&theater>.

## 5. EL COMPROMISO DISCIPLINARIO Y LAS SECUENCIAS

Las preguntas e inquietudes que se convierten en puntos de partida para las actividades se relacionan directamente con aspectos puntuales de las tecnologías cotidiana y contemporánea, problemáticas de la cotidianidad y el estudio de preguntas pertinentes que surgen en las dinámicas de la conversación. Como veremos luego, se centran en los asuntos que son determinantes desde el punto de vista disciplinario.

Antes de seguir anotemos que, como en los apartados anteriores, la idea de lo que es la tecnología, su relación con los saberes y con las inquietudes que surgen de la cotidianidad, su situación como fuente de preguntas, inventos, ocurrencias, etc., no son objeto de exposición y estudio puntual. En las actividades se trata más bien de lograr una familiarización vivencial con el hacer-en-tecnología en el desarrollo de los procesos. Después, ya tendremos oportunidad de discutir las relaciones de la tecnología con la sociedad, el saber y la experiencia, por ejemplo. Como lo anotábamos en otro escrito, *el papel fundamental de las clases en la escuela es enriquecer la experiencia*. Logrado eso, la conceptualización será posible y entonces tendrá sentido, pero esto es en etapas posteriores de formación (ver Segura D. y Molina A. 1998).



Los aspectos disciplinarios que orientan la secuencia de actividades de la propuesta se pueden sintetizar en las cuatro etapas siguientes. Para ellas son importantes los materiales ATA-EPE, organizados en lo que hemos denominado Ataos, que conjuntamente con otros materiales, herramientas y prototipos tomados de nuestras comunidades y de la tradición constituyen del punto de partida para la invención, la solución de problemas y la búsqueda permanente de evidencias innovadoras que están ahí presentes cuando se deja volar la imaginación. Estas actividades están enriquecidas y complementadas con actividades adicionales que muestran aspectos específicos del pensamiento tecnológico contemporáneo que se caracteriza por el rechazo al determinismo, la invención del pensamiento en forma de bucles, la búsqueda de elementos de control a partir de los sistemas mismos y la resignación contemporánea que surge de no poder contar con lo definitivo y duradero como criterio de calidad. En nuestros días, la calidad no se articula ni relaciona con la durabilidad de las cosas sino con la innovación permanente, con el cambio.

Las etapas/actividades que se proponen a partir de los materiales ATA-EPE, enriquecidos con los aportes del pensamiento divergente y los elementos de nuestras soluciones ancestrales son las siguientes.

#### A. AMBIENTE DE JUEGO E INVENCION DE HISTORIAS

Aunque el juego es un que-hacer natural en el desarrollo total de la propuesta, en sus inicios y teniendo en cuenta que contaremos con niños pequeños para quienes la utilización de herramientas se puede convertir en una dificultad grande, muchas actividades se realizarán utilizando entornos de invención en donde el dibujo, la geometría, las elaboraciones con materiales muy simples como las cartulinas y cartones, el balsa y los alambres; unidos a materiales de reciclaje como vasos de cartón y discos CD usados, permiten construcciones satisfactorias al lograr objetos sorprendentes (en cuanto proponen inquietudes, sorpresas “lógicas” y problemas) que en verdad funcionan y pueden hacerse a muy bajo costo. Como ejemplos de estas elaboraciones tenemos el conjunto de autómatas, con sus historias y manivelas y las actividades que hemos denominado de “pensamiento divergente”. Entre estas valga señalar las teselaciones (recordando a

Escher), el triculado y juegos de pentominó, el origami modular, las curvas con rectas y la construcción de fractales. Por otra parte, tenemos las construcciones de juguetes que “juegan” con la luz, cámaras oscuras, caleidoscopios y periscopios y los juguetes que se mueven como el tractor, que definitivamente es un móvil auto-regulado.

Para estas construcciones preferimos los materiales y herramientas de primera calidad que nos permitan resultados impecables y contribuyan a que niños que han vivido historias de privaciones, limitaciones y maltratos se sientan que son dignos receptores de los mejores insumos como un derecho que tienen y no como una concesión o un regalo. Estas elaboraciones deben proyectarse de la misma manera a las familias en cuanto los resultados de las actividades de pensamiento divergente se compartirán con los padres, además de publicarse en las redes sociales (en Youtube<sup>14</sup> y Facebook<sup>15</sup>, por ejemplo).

En otros contextos son de privilegio los materiales de reciclaje que nos ayudarán a mirar el entorno de una manera diferente buscando ciclos cerrados de reutilización a fin de convencernos de las posibilidades que surgen cuando los residuos de un proceso son los insumos para otros (economía azul) y definitivamente la “basura” deja de existir. El ejercicio de convertir ciclos abiertos en ciclos cerrados es muy ilustrativo y útil en este contexto, entre otras cosas por la concepción de causalidad (en forma de bucles) que comienza a hacerse evidente y que queremos que nos lleve a reemplazar la causalidad lineal y determinista. Eso es pensar contemporáneamente.

## B. AMBIENTE NEWTONIANO: TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA Y MOVIMIENTOS

En esta etapa se articula el trabajo ATA-EPE con las máquinas y herramientas de medir, el conocimiento ancestral, las estructuras de papel y el diseño, el estudio de nuestra historia de realizaciones de la mano de nuestros científicos y artistas y las elaboraciones que adelantamos con lo que hemos denominado pensamiento divergente (ver cuadro más adelante).

---

14 Ver Robótica escolar ATA-EPE en Youtube.

15 Ver EPE en Facebook: <https://www.facebook.com/groups/637599162951611/>.

**El trabajo con ATA-EPE.** A partir de los 10 años sugerimos que los niños utilicen nuestros materiales ATA-EPE –versión Exploración. La dinámica está parcialmente definida a partir de nuestros prototipos en los que de manera secuencial proponemos la incursión en el material, sus formas de trabajo y ensamblaje, los tipos de movimiento y las transformaciones de energía y de movimiento. Ya lo habíamos anotado antes, en estas actividades proponemos que se inicie el armado de prototipos y su modificación para luego ingresar al mundo de la invención. Claro, muchas veces hay quienes desean desde el comienzo estar inventando. Ese es también un camino posible. Los prototipos que se presentan ilustran el mundo de las transmisiones de movimiento, las máquinas simples, la transformación de energía y ejemplos de las leyes de conservación.

Estas actividades se complementan con ejercicios de diseño, en la búsqueda de solución a problemas genuinos (esto es, a problemas de verdad, no a simulacros de problema) y a la incursión en la fabricación de instrumentos de medida y de herramientas para la medición como los odómetros, las balanzas y las cintas diamétricas.

**El conocimiento ancestral.** Tenemos ahora la introducción al conocimiento y a la utilización de las herramientas ancestrales. Es asombroso conocer máquinas y herramientas de nuestros ancestros, que aún hoy utilizan los campesinos (incluso cundi-boyacenses), como las carrumbas, tarabita (o taraba), husos y telares y las técnicas de construcción y de aprovechamiento del agua. Es asombroso cuando se busca la explicación y se comprenden los funcionamientos, entonces es cuando caemos en la cuenta de “mecanismos newtonianos” inventados miles de años antes del nacimiento de I. Newton. A esta introducción en los saberes ancestrales, de la mano de las máquinas y herramientas, vale la pena sumar las prácticas de siembra y de tratamiento de las enfermedades que bien puede convertirse en una exploración que nuestros niños adelantan en conversaciones con los abuelitos y demás ancianos del territorio.

Otro conjunto de actividades que son claves en la formación en la tecnología es el estudio de las estructuras y su importancia. Esta actividad se realiza elaborando soportes, puentes y objetos con papel periódico, colbón y otros materiales no convencionales.

### C. AMBIENTE CIBERNÉTICO

Interacciones y control. Hasta aquí hemos transitado con máquinas corrientes que hacen lo que está diseñado que hagan de manera repetitiva y rutinaria. El mundo del control aparece cuando encontramos que en la cotidianidad existen procesos y mecanismos que de manera automática mantienen equilibrios y auto-regulaciones. Casos muy entretenidos e ilustrativos son los estudios de poblaciones, los controladores de Herón de Alejandría, el regulador de Watt y en nuestras casas, la cisterna del baño.

En nuestro programa alternamos varios grupos de ejemplos que nos deben llevar a comprender la autorregulación como expresión de un proceso de retroalimentación negativa. Tenemos entonces, por una parte, nuestro primer territorio, cuatro “ejemplares” de ATA-EPE: el ratón, la termita, el cangrejo y el toro que forman parte de nuestro ATAO “robots electromecánicos”. Se trata de prototipos que interactúan con el entorno de tal suerte que, por ejemplo, en el caso del cangrejo se mantiene sobre una mesa sin caerse de ella ya que cuando llega al borde se detiene y retrocede en una dirección distinta. El ratón irá “pegado” al guarda-escobas. La termita, saldrá de un laberinto y el toro eludirá obstáculos.

Pero, así no lo hayamos percibido, en nuestra vida estamos inmersos en múltiples sistemas autorregulados (segundo territorio). Tal es el caso de los hornos de cocina, neveras, aires acondicionados y reguladores de autos y de casas. También, tenemos las cajas de música, los ringletes (o veletas) de jardín y muchos juguetes como el tractor que se construye con CD y bandas elásticas en el marco del pensamiento divergente (segundo ambiente cibernético).

Todo esto para comprender las respuestas automáticas con que cuentan ciertos mecanismos y con las que contamos nosotros como organismos que al decir de H. Maturana estamos estructuralmente determinados. Y cuando se llega a esto, nos encontramos en el tercer territorio de la introducción a la cibernética, la homeostasis. Llegando a nuestro propio organismo nos encontramos con que nuestras conductas obedecen a determinaciones estructurales. En la interacción entre los seres vivos y el entorno se da el acoplamiento

recíproco que para el ser vivo se denomina aprendizaje. Si se tratara de una especie, sería evolución (Bateson 1997).

Cuando vivimos nuestros comportamientos desde esta perspectiva comprendemos el papel que cumplen ciertas conductas en la búsqueda de equilibrio. Vemos el papel del ritmo cardíaco, de la sed, del tamaño de la pupila, del sudor, de las ansiedades, etc.

El estudio de los mecanismos autorregulados requiere para su comprensión y uso del manejo de la traducción entre códigos analógicos y digitales, del estudio de la retroalimentación negativa y de esos ejemplos del día a día como la oferta y la demanda. Sería el momento de incursionar en casos de autorregulación y equilibrio en el planeta, estudiar la biónica, por ejemplo y, con ello, incursionar en los mecanismos de recurrencia que se dan en los procesos de acoplamiento y vida en la biología.

#### LOS PROTOTIPOS ATA-EPE Y SU LUGAR EN EL PROGRAMA

	<b>Ambientes</b>	<b>Descripción</b>	<b>ATAO</b>
1	Ambiente de juego e invención de historias	De cómo con una manivela (o un ringlete) se generan movimientos y acontecimientos: perrito, paparazi, halterofilia, zootropo, monociclo.	El constructor y los autómatas.
2.	Ambiente Newtoniano: energía y transformación de movimientos.	Transformación de energía y construcción de vehículos e instrumentos con palancas, bielas, poleas, etc.: tractor, grúa, aserrador, bípedo, exápodo.	Exploración: juego con energía y movimiento.
3.	Ambiente cibernético	Prototipos cuyas conductas dependen de las interacciones con el entorno: toro, cangrejo, ratón, termita.	Robots electromecánicos y el control transparente.
4	Ambiente programación y automatización	Prototipos de mecanismos sensibles a la luz, el sonido, el ultrasonido, lo infra-rojo. Seguidor de línea, termita, con las alturas.	Robots electrónicos, la programación y la sensorica.

#### D. AMBIENTE DE PROGRAMACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

Las posibilidades del control y la autorregulación se multiplican en cuanto es posible enriquecer las opciones de interacción de nuestros artefactos con el medio ambiente. Aquí juega un papel determinante la sensorica: cómo convertir una variable cualquiera en una señal eléctrica, por ejemplo. Se trata de un juego de búsqueda y creatividad con la luz y los diodos, los detectores mecánicos, el ultrasonido, el infra-rojo, etc. Podríamos decir que se trata de convertir cada cambio en el ambiente en una señal que es o que acciona un interruptor. Y con ello tenemos la serie de unos y ceros con que podemos comunicarnos digitalmente. ¡El resto es electrónica!

Nuestros robots electrónicos son (1) el seguidor de línea, (2) acrofóbico, y (3) escarabajo. Estos funcionan con señales de luz y radiación infrarojo.

Estos ejemplares pueden convertirse fácilmente en ejemplos de programación utilizando incluso micro-controladores como el Arduino.

#### LAS ACTIVIDADES BÁSICAS DE TECNOLOGÍA

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Materiales</b>
1	Herramientas ancestrales	Presentación de artefactos y técnicas ancestrales y tradicionales. Comprensión del funcionamiento.	Trabajo con el taladro neolítico (de arco), la carrumba arhuaca, husos, telares y matraca
2	Instrumentos de medida	Relación entre el saber y el hacer. La tecnología antes de la teoría.	Medidores de diámetros, odómetros, balanzas.
3	Científicos colombianos	Discusión sobre la ciencia en Colombia los institutos y los científicos	Colección de fichas y datos de nuestros científicos e inventores
4	Estructuras de papel	Construcción de aparatos, soportes, puentes de papel. Y definición de las cualidades que conducen a más resistencia.	Papel periódico, colbón, maderas y cuerdas. Hay información en Youtube.
5	Pensamiento divergente	Articulación saberes –vs- artefactos. La luz: caleidoscopio, periscopio, cámara fotográfica, etc. Origami creativo, teselaciones	Curvas con rectas, caleidoscopios, veletas, cámaras y espejos. Material reciclado. La invención en el papel y la clase.

ACTIVIDADES DE CIBERNÉTICA, FUNDAMENTALES  
Y ADICIONALES A LOS ROBOTS ELECTROMECÁNICOS

	Nombre	Descripción	Materiales
1	Número desconocido y ordenador lógico	Pasa de información analógica a digital y viceversa. Estudio de los diagramas de barras.	Fichas de cartón. Ejemplos cotidianos.
2	Autorregulación en el hogar	Estudio de la cisterna del baño y discusión sobre termostatos, aire acondicionado y cajas de música.	La cisterna, los hornos, las cajas de música, juego con ringletes autorregulados.
3	El organismo, un gran robot	La homeostásis y la auto-regulación en el organismo.	Órganos de los sentidos, termómetros, cronómetros.
4	Crecimiento de poblaciones	El pensamiento exponencial y los mecanismos de recurrencia.	Estudio de nichos y ecosistemas: la pradera, la quebrada.
5	La biónica	Imitando la naturaleza. Las naves, los peces y pájaros, las estructuras. La energía en sus transformaciones. Opciones a las fuentes fósiles.	La economía azul. Tratamiento de los residuos. El caso de Gaviotas. La serie de Fibonacci.
6	Los sistemas dinámicos	Las retroalimentaciones y el control.	Ejemplos de auto-organización en la cotidianidad.

Los mecanismos de auto-regulación (entre ellos los robots electromecánicos) son la puerta de entrada al control. En particular, comprendiendo cómo es que funciona el organismo como un sistema estructuralmente determinado, nos encontramos ante un mundo de investigación sobre la fisiología, las poblaciones y los comportamientos. Gregory Bateson en *Esíritu y naturaleza* (1997), intenta una introducción en este campo que es realmente encantadora.

SOBRE EL MODELO PEDAGÓGICO

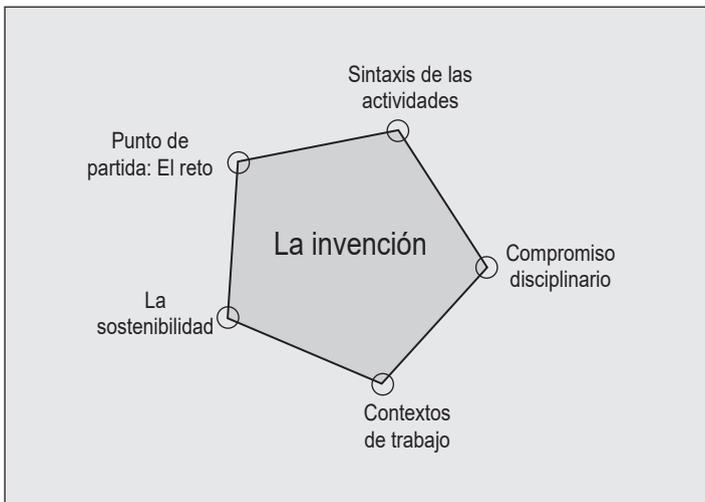
Estos cinco elementos describen nuestro modelo pedagógico:

1. Metas
2. Contextos de trabajo
3. Sintaxis de las actividades
4. Dinámicas de sostenibilidad
5. Compromiso disciplinario.

El núcleo del modelo es la invención, que cumple en el planteamiento con varias funciones. Por una parte, se consolida como la meta última que genera tanto las búsquedas como las dinámicas de sostenibilidad y el compromiso disciplinario.

Todo en el programa está pensado para lograr la invención. Desde el punto de vista de los horizontes de la educación, lo que se pretende es convertir la creatividad y la imaginación en una constante permanente que unida a los aprendizajes de contenido, las experiencias que se viven, las dinámicas en los grupos, las satisfacciones que se logran y los reconocimientos que se instauran, constituyen una dinámica del hacer y del producir. La idea es recuperar como centro de la actividad el conocer, de tal suerte que es el placer por el conocer y las satisfacciones que se derivan de que los protagonistas, esto es, quienes aprenden, hayan logrado lo que se proponen lo que da la sostenibilidad al modelo.

En esta sostenibilidad el sistema es abierto y los elementos de orgullo, satisfacción y reconocimiento rebasan las fronteras del sistema.



## 4. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA EN POBLACIONES TÍPICAS

**D**esde hace tres años hemos aplicado esta propuesta en forma amplia. Hemos tenido en este tiempo la posibilidad de trabajar con unos 4.000 estudiantes, de 8 colegios de Bogotá D.C. En la actualidad trabajamos en 8 colegios con 60 grupos y unos 1.200 estudiantes.

### INTRODUCCIÓN

Aunque propuestas como esta han orientado en términos generales las prácticas de aula en la *Escuela Pedagógica Experimental* desde hace tiempos, no fue hasta 2012 cuando con la patente de las piezas de plástico y la invención de los prototipos iniciales (que han resultado ser los más complejos ya que incluyen los brazos mecánicos de cuatro y cinco grados de libertad, los ascensores digitales y las puertas automáticas), iniciamos el trabajo tanto en la *Escuela Pedagógica Experimental*, como en otras instituciones como el *Colegio Técnico Distrital Laureano Gómez*. Estos inicios coincidieron con la propuesta de la jornada extendida en el Distrito Capital. Inicialmente, como una exploración y luego como uno de sus centros de interés privilegiados, la Secretaría de Educación incluyó en la oferta a los colegios este curso, que denominamos “Introducción la tecnología contemporánea y robótica” y que tiene en su centro las actividades con ATA-EPE.

La propuesta de la EPE, como innovación ha mantenido durante más de 35 años una actividad permanente de investigación y comu-

Las piezas ATA-epe fueron reconocidas como originales y novedosas en todo el mundo mediante el documento, expedido en Barcelona.

**PCT/IB2009/000384 del 11 de febrero de 2009**

La Superintendencia de Industria y Comercio en Colombia reconoció estas piezas y otorgó por 20 años la patente de invención mediante resolución:

**9113 del 08 de marzo de 2013**

Esta circunstancia es objeto de orgullo para la Escuela Pedagógica Experimental y para los inventores reconocidos:

Dino Segura  
Rafael Reyes  
y Jorge Jaramillo

entre otras cosas, por la rareza que tiene una patente en nuestro medio y también por la dificultad para que los niños se convenzan de que en Colombia sí es posible ser un inventor.

nicación de experiencias y resultados. En este sentido ha logrado registrar y escalafonar tres grupos de investigación en educación. La EPE es una de las propuestas más representativas en el país de lo que se denomina educación alternativa. Al respecto añadamos que sus escritos y contribuciones más importantes y representativos están en lo que es la matemática escolar, la enseñanza de las ciencias y los vínculos de estas propuestas con la Economía Azul de Gunter Pauli, el tratamiento de los conflictos y la convivencia, que han conducido a investigaciones financiadas por Colciencias sobre el ambiente educativo. Otra vertiente interesante de reflexión e investigación se centra en la formación de maestros y con ello en el desarrollo de las ATA, o Actividades Totalidad Abiertas.

La experiencia reciente de participar con dos centros de interés en el programa 40x40, es particularmente significativa e interesante para

nosotros pues nos permite contrastar los logros en situaciones típicas de educación “usual” con los de la *Escuela Pedagógica Experimental* en donde contamos con muchas variables controladas. Las condiciones de trabajo y los resultados que estamos obteniendo son el tema de este capítulo. Valga anotar desde ya que nuestra propuesta se ha ido reformulando en la medida en que avanzamos y superamos las dificultades inevitables que hemos encontrado.

## LA FORMACIÓN DE MAESTROS

Debido a la novedad de las actividades que se proponen en el Centro de Interés, la orientación de las actividades en los colegios ha estado en manos de maestros que han sido formados en la enseñanza de la Tecnología y Robótica por nosotros mismos. Tenemos que reconocerlo, los maestros que se forman en nuestras universidades no están preparados para orientar idóneamente las actividades que se proponen. Y esto lo afirmamos pensando tanto en los contenidos que se tratan como en las dinámicas (o metodologías) que se proponen.

Desde el punto de vista de los contenidos sólo quienes estudian ingenierías de sistemas y mecatrónica se han familiarizado con los sistemas autorregulados mediante retro-alimentación negativa, se mueven fácilmente en técnicas de digitalización de la información y en las traducciones de ella en términos analógicos. Por otra parte la unión entre variables mecánicas y eléctricas y electrónicas, aunque no es de mucha complejidad, no es familiar para los licenciados cuya formación extremadamente compartimentalizada no permite actividades integrales. Si a esto agregamos las actividades relacionadas con la tecnología ancestral, el trabajo con estructuras de papel y la introducción al estudio de las herramientas y la medición realmente nos encontramos con que la única salida para implementación del curso es que nosotros mismos formemos a nuestros maestros.

Como consecuencia de estas actividades de formación hoy contamos con más de 80 maestros en condiciones para multiplicar la formación que se ha conseguido y de orientar las actividades. Pero más que eso, hemos logrado establecer las dinámicas y actividades

puntuales que debe contemplar esta formación, de tal suerte que sabemos que es posible.

## ELEMENTOS OPERATIVOS

Lo que se ha hecho en los colegios es dedicar una sesión de dos horas semanales al curso de Introducción a la tecnología contemporánea y robótica, esto es 1/5 parte de las horas adicionales en la jornada extendida. En algunos casos se han hecho en la semana 2 sesiones, esto es cuatro horas. Aunque los resultados son halagadores, solamente se ha hecho así muy raras veces, posiblemente por la variedad de propuestas que llevan a los niños a no querer perderse ninguna, asunto definitivamente imposible.

Cuando un colegio ha sido seleccionado para este centro de interés lo que sucede es que la Secretaría de Educación adquiere los materiales para el colegio, quienes los reciben con inventario. Ya en posesión del material, la Corporación Escuela Pedagógica Experimental entra a acordar con el colegio los horarios y formas de organización del establecimiento. En cada colegio existe un coordinador (de enlace) de la Secretaría de Educación y también un coordinador de la Corporación Escuela Pedagógica Experimental quienes garantizan el desarrollo del programa, el primero atendiendo a las poblaciones que tomarán el curso, las relaciones con los padres de familia, la disposición de espacios para la ejecución del curso y las claves operativas para mantener los materiales disponibles en el momento correspondiente; el segundo, garantizando el cumplimiento de las previsiones del curso.

En síntesis, la Secretaría de Educación adquiere los materiales y contrata con nosotros la realización de las actividades programadas, entre ellas el curso propiamente dicho y las actividades de evaluación, prospección y articulación con los PEI de cada institución.

## ASPECTOS DE CONTINUIDAD

Una vez se ha iniciado el trabajo en un colegio, lo que se haga en los sucesivos años o semestres se acuerda con el colegio.

Lo más frecuente es que se adelanten las actividades propuestas por la Corporación Escuela Pedagógica Experimental, que poseen una secuenciación que se ha probado y se ha ajustado a las consecuencias de las aplicaciones sucesivas en diversos colegios. A estas secuencias nos hemos referido antes en el Capítulo 3 de este documento.

Al pasar el tiempo los materiales que ha adquirido la Secretaría de Educación y que se encuentran en el colegio, se pueden continuar utilizando puesto que no se dañan con el uso y los materiales que se deben comprar para remplazar los que se pierden no representan más de un 10% del total (nos referimos a ellos como material de reposición).

Otras posibilidades de continuidad son determinadas por los colegios mismos. Como ya lo anotamos antes, en el Capítulo 3. Por ejemplo, la introducción de los robots electromecánicos, y con ello el concepto de los mecanismos estructuralmente determinados, posibilitaría el estudio del funcionamiento de los organismos desde esa misma perspectiva. Esto conduciría a estudiar fisiología, evolución y ecología, por ejemplo, desde ópticas diferentes a lo usual y seguramente más contemporáneas. Las posibilidades de esta propuesta son muy restringidas en cuanto exigen el trabajo colaborativo de personas de diversas áreas.

## ESTUDIO DE LOS NIVELES DE ÉXITO /FRACASO DE LA PROPUESTA

Aunque el éxito de la propuesta ha sido manifiesto en la Escuela Pedagógica Experimental, su carácter privado y su ambiente y dinámicas de innovación, no permiten colegir de ello determinantes para colegios típicos. Es por ello que hemos adelantado una serie de aproximaciones a la percepción de la aplicación de la propuesta en diferentes instituciones.

En esta aproximación hemos consultado a los estudiantes y padres de familia, también los maestros de otras áreas y asignaturas que conocen del impacto de nuestro programa en la vida de los estudiantes esto es en sus actitudes y entusiasmos. Dada la diversidad de colegios

en cuanto a las poblaciones que atienden los comentarios u opiniones son muy ilustrativas.

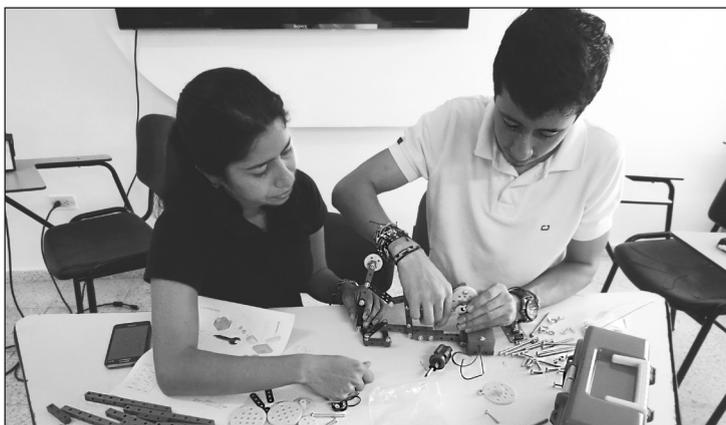
También recogemos opiniones de los maestros que trabajan directamente con los niños.

Los elementos sobresalientes de esta aproximación son los siguientes.

1. En más del 80% de los casos, para que los niños se mantengan en la actividad no es necesaria la nota o las calificaciones, ellos sienten que lo más importante es la actividad, y lo que orienta su quehacer es que está construyendo algo que le interesa que funcione. La mejor recompensa es que el artefacto funcione y lo que le da más satisfacciones es el reconocimiento que recibe de sus compañeros y del maestro.
2. Para un 60% de los maestros entrevistados es evidente el gusto de los niños por las actividades que se realizan y su preocupación por continuar sistemáticamente el trabajo de armado e invención de prototipos.
3. Cuando se da una invención en el grupo hay un entusiasmo generalizado, pareciera que la novedad fuese de todos, hay admiración y congratulaciones. Con frecuencia un logro o una novedad que invente alguien se proyecta como elemento de importancia para todos: copian y mejoran la iniciativa. La creación se generaliza.
4. Contrariamente a lo que podría esperarse se presentan conductas de cooperación no solo ante los logros, sino también ante las dificultades.
5. En algunos casos quienes mejor responden a las propuestas en este programa son quienes tienen dificultades mencionadas como hiperactividad por los maestros regulares del colegio.

Mostramos a continuación fotografías de ejemplos de algunas de las invenciones de los niños.

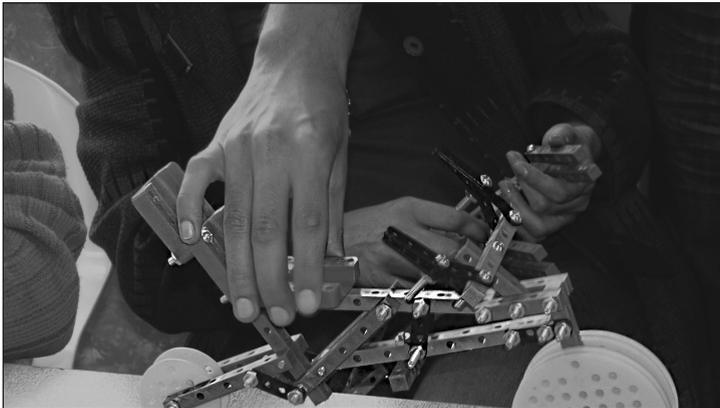
LA INICIATIVA ATA-EPE



## ATA-EPE EN UNA PERSPECTIVA CURRICULAR<sup>16</sup>

Este documento se elaboró con la intención de contribuir en los colegios con las actividades de incorporación del centro de interés al currículo. En su estructuración intentamos permanentemente enfatizar en los asuntos de convivencia, respeto y seguridades que deben lograrse, que son asuntos que con frecuencia se descuidan por los énfasis disciplinarios.

Frente a la pregunta por la manera como se incorpora una actividad como el proyecto *ATA-EPE de introducción a la tecnología contemporánea* al que hacer escolar no podemos dar una respuesta fácil puesto que no podemos restringir la discusión a las relaciones simples que pueden establecerse entre los currículos (o los planes de estudio) de las diversas áreas y el Proyecto y sus diversas actividades. También afirmamos esto porque para nosotros es claro que más allá de la lista de contenidos curriculares, cada área (o disciplina) plantea maneras diferentes de ver (o de elaborar) la realidad y de relacionarse con ella. Y la realidad que ve un matemático está llena de entidades propias de la matemática, patrones y regularidades, mientras que la que ve un biólogo está llena de otras entidades y conceptos y también de recurrencias y regularidades y la que ve un astrónomo, de construcciones conceptuales muy bien



<sup>16</sup> Tomado de la Propuesta del Centro de Interés, Pensamiento Tecnológico: Introducción a la Tecnología Contemporánea y Robótica presentado en su cuarta versión en marzo de 2015 a través de Compensar.

definidas, ciclos y regularidades. Pero las regularidades que ve cada uno de ellos son distintas y entonces tenemos imágenes distintas que conducen a lógicas distintas y a mundos distintos. En estos términos cuando hablamos de articulación, podríamos aproximarnos al *proyecto ATA-EPE* preguntándonos por su contribución a esas maneras de ver y de interactuar que tipifican la mirada de uno o de otro.

Por otra parte, las relaciones que se establecen en el aula de clase van mucho más allá de las consideraciones de contenido puesto que se trata de interacciones entre seres humanos vinculados con intereses y deseos, e inmersos en contextos distintos dominados por la experiencia y las vivencias cognitivas y de diversos tipos. Este mundo de interacciones es pues un mundo de experiencias formativas que seguramente son tan importantes si no más importantes que las interacciones mediadas por los intereses disciplinarios. Se trata de vivir en un mundo en donde los individuos son tan importantes como los colectivos. Es en tal sentido que se hacen imperativas dos construcciones; por una parte, la elaboración del otro como aquel ser distinto pero con los mismos derechos y posibilidades, que nos lleva al respeto y, por otra, la conciencia de la necesidad de la norma para garantizar en los grupos humanos, que la libertad y la concreción de los derechos sea posible. Estas construcciones fundamentales para la convivencia surgen en cuanto los contextos de trabajo propongan ambientes más interactivos.

Ahora bien, durante mucho tiempo se mantuvo la idea de que las construcciones escolares se erigían sobre un campo intelectual impoluto y limpio, se hablaba entonces de aprendizajes sobre una *tabula rasa*. A partir de los años 70 del siglo pasado, fue claro para todos que existían conocimientos anteriores a la vida escolar, que no solo existían ideas o nociones, sino verdaderas concepciones de mundo y de realidad y que era precisamente a partir de tales elaboraciones que se erigían los conocimientos nuevos que buscaba construir la escuela, en procesos de continuidad o de discontinuidad. Es dentro de esta concepción, bastante radical, que edificamos nuestra propuesta. Lo que queremos es, en pocas palabras, enriquecer la experiencia de nuestros niños, se trata de llenarlos de situaciones vivenciales que, además de conducir al enriquecimiento de las elaboraciones conceptuales que ya poseen,

los convenzan de que el conocimiento es posible, de que ellos son capaces de inventar, de que trabajando en equipo se logran mejores resultados que en el trabajo solitario y de que el conocimiento es útil.

Veamos algunas de estas afirmaciones hechas realidad a propósito de nuestro proyecto ATA-EPE de introducción a la tecnología contemporánea mediante la robótica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las disciplinas se elaboran sobre una realidad que ha ido construyendo el individuo en sus interacciones con el entorno y que es la que le da sentido a los enunciados conceptuales de los textos. Por ejemplo, en el mundo en que vivimos tenemos fuerzas, movimientos o también atracciones y repulsiones o también colores y sonidos. Ese acervo experiencial es el que nos permite construir los conceptos, las regularidades y las teorías. Entonces hablamos de fuerzas y presiones, de velocidades y aceleraciones; y esas palabras, antes de tener un significado dado por la teoría, poseen un significado derivado de la experiencia. Qué significado pueden tener las propiedades asociativas de la adición si no se han hecho evidentes en la cotidianidad cuando, por ejemplo, corroboramos que el número es independiente del orden en que se realizan las acciones (de conteo)? Pues bien, el *trabajo-juego* con ATA-EPE en su primera presentación (exploración) propicia ciertas experiencias que no son espontáneas ni evidentes en nuestra cotidianidad. Sin pretender ser exhaustivos, veamos algunas de ellas.

## 2. LO DISCIPLINARIO

- a. En las dinámicas de armado y de invención, se logran experiencias sobre la manera como se articulan las piezas entre sí para constituir conjuntos que poseen otras formas de acción y exhiben transformaciones en el movimiento y la fuerza. En algunos casos por ejemplo las articulaciones hay que mantenerlas flojas, otras veces es necesario apretarlas fuertemente con las tuercas. Es una experiencia con la diversidad de posibilidades, con una gran variedad de resultados, con la

apertura de las actividades, con la convicción de que nunca lo sabremos todo.

- b. Y para todo esto existen variedades de tuercas y tornillos con dimensiones en milímetros y pulgadas. En los procesos se aprende a sujetar y apretar, se aprende a trabajar con dos y tres y cuatro manos. Entonces se comprende la importancia de las herramientas y nos sorprendemos cuando aparecen por primera vez unas llaves, los hombre-solos, los alicates, las prensas y también comprendemos que se trata de un universo infinito en el cual se da una familiarización importante con palancas y piñones y levas y excéntricas y, muchas otras cosas.
- c. Es una vivencia sorprendente para quien se inicia en las tareas de armado, construcción e invención, comprobar que se puede afectar algo muy distante con la acción de algo muy cercano y que entre lo uno y lo otro lo que tenemos es una cadena causal que, como en el caso de las fichas de dominó que caen, se determinan de manera elemental. En esto las secuencias son muy variadas y podrían clasificarse inicialmente como mecánicas las unas y eléctricas las otras. La vivencia de la determinación causal se enriquece luego cuando es la interacción del artefacto con el entorno la que desencadena las cadenas causales y se presentan entonces ejemplos de auto-regulación. Estamos entonces en el ámbito de los robots electromecánicos.
- d. Sobre los lenguajes que se van aprendiendo en la espontaneidad del trabajo, citemos las lecturas de planos, las formas de referirnos a una pieza que necesitamos, o los términos para describir las tareas que estamos emprendiendo, o la manera de comunicarnos con alguien que nos pregunta por lo que estamos haciendo. Son términos y lenguajes nuevos en donde entre otras cosas se toma conciencia de la importancia de la precisión. No se aprenden solo sustantivos aislados (los conceptos?) sino los verbos y las expresiones: *“más pequeño para que vaya más rápido”*, *“con la llanta para que no patine”*, *“con más peso tiene más estabilidad”*, que denotan detrás de ello no solo una experiencia sino el camino que se está recorriendo en la

vía a la teorización. Las teorías son algo que se construye en la vía de la comprensión y la necesidad de explicar, no son simplemente unos enunciados que se repiten.

- e. Para Piaget era claro que las operaciones y los operadores estaban muy relacionados con la actividad, con la acción. Cuando el planteaba el pensamiento aditivo, por ejemplo, no podía separarlo de la acción de reunir y al hacerlo de definir en las acciones (y luego en las operaciones) los invariantes. Cuando posteriormente surgen las posibilidades de establecer compensaciones multiplicativas, para los sujetos (esto es, para nosotros, en su momento) es un acto iluminativo el hecho de que se pueda compensar, por ejemplo, la carencia de tiempo con el aumento de rapidez, o el tamaño de las ruedas con el número de vueltas. Y estas compensaciones no surgen de la reflexión vacía y sin referente, sino en la acción, en la actividad y posiblemente en las búsquedas que se suscitan ante la posibilidad de inventar una novedad. Estas experiencias están íntimamente relacionadas con la matemática que posteriormente se construye, por ejemplo, con el pensamiento proporcional cuando se avanza en la identificación de los invariantes frente a las compensaciones multiplicativas. Sobre las implicaciones disciplinarias que se pueden evidenciar en el trabajo con prototipos y luego en las





actividades de inventar, no podemos olvidar la importancia de los operadores mecánicos que juegan con las velocidades, las direcciones, las fuerzas y por su puesto, con las posiciones. Desde ya estamos convencidos de la importancia que tiene para las elaboraciones posteriores este enriquecimiento de la experiencia. Lo que es muy difícil, es establecer correlaciones puntuales (y cuantitativas) entre una cosa y la otra.

- f. Otras cosas se podrían anotar del mismo talante refiriéndonos a las estructuras de papel y los artefactos con algoritmo. En estos casos tendremos siempre algunos elementos importantes de experiencia que puede orientarse hacia la disciplina, sin embargo vale la pena recalcar que en estas unidades se presenta una vivencia genuina de la utilidad de lo que se aprende en clase: *Ab!, para eso sirve el número pi!!*, cuando utilizamos la cinta diamétrica o el odómetro. Y se trata de una revelación!. Una cosa parecida se presenta cuando se encuentra que las propiedades de las cosas no son simplemente de las cosas, sino que en ello juega un papel clave la forma y que la forma triangular es especialmente importante por su rigidez y estabilidad: *Ab! Ahora comprendo por qué las cerchas son como son*. Y encontramos también que las propiedades no son atributos de las cosas sino más bien las emergencias de interacciones. Así el peso no es una propiedad de los objetos sino el resultado de las atracciones gravitatorias. Sin un planeta masivo en las inmediaciones tendríamos el mundo de la levedad. Sin luz que ilumine las superficies, no existe el color.

Estas experiencias de puente entre la clase de ciencia o de matemáticas y la realidad son claves para comprender el papel de la escuela, más allá de ser el sitio en donde se memorizan cosas importantes. De otra manera, lo que vincula la disciplina expuesta en la clase con el mundo; esto es, con la cotidianidad es la comprensión que se elabora (o que surge) a partir de aquella (la disciplina) para modificar esta (la realidad).

### 3. LA CONVIVENCIA

- a. Volvamos sobre algunas consideraciones anteriores. El trabajo colectivo está inmerso en las posibilidades permanentes de la sorpresa y el reconocimiento. Cuando en grupo estamos buscando ideas, propuestas, iniciativas, etc., lo que dice el compañero aunque es diferente de lo que yo digo, es algo que no solo puede ser sino que incluso puede estar muy bien pensado. Esa posibilidad de construir al otro como otro igual

y diferente es muy importante y no suele ser el resultado de una conferencia o de un discurso, sino de la vivencia en colectivo. En la vida ordinaria estamos acostumbrados a suponer que lo que vemos es la verdad, que esa verdad es única y que cualquier otra mirada diferente, lo que denota es una equivocación. Con las experiencias ATA-EPE nos encontramos con miradas distintas sobre lo mismo, todas distintas y todas correctas. Descubrimos entonces que podemos maravillarnos de lo que se le ocurrió a otra persona, y admirarla y felicitarla.

#### 4. LAS SEGURIDADES

- b. En cuanto a la relación entre los niños y el trabajo que está implicado en las actividades que se proponen, hemos ido ajustando la propuesta de tal manera que en este momento se pueden conjugar tres metas claramente distintas en los procesos, posibilitadas por una gran variedad de opciones. Por una parte las actividades son entretenidas e internamente motivantes en cuanto se sustentan en la existencia de un reto. Es por esto que en su desenlace despiertan orgullos y satisfacciones. En segundo lugar, hemos tratado de concebir las propuestas en una dinámica, no solo de retos intelectuales, sino también manuales que tienen que ver con la exigencia de destrezas y habilidades. En esta etapa los niños modifican los prototipos e inventan y al hacerlo lo que se obtiene es una gama variada de opciones y ocurrencias. Finalmente, estos logros no constatarían toda su importancia si nouviésemos la ocasión de hacer socializaciones y exposiciones de lo que se hace. Lo que se busca en fin no solo es el gusto por la actividad, sino lo más importante, lograr seguridades y orgullos. Ojalá tuvieran los niños la posibilidad de mostrar en familia lo que han conseguido, lo que han armado. Ojalá todos tuviesen la posibilidad de verse en los videos, que estamos elaborando de las experiencias por plantel. Realmente se trata de vivencias que son para toda la vida.

## 5. EL RESPETO Y LA DIVERSIDAD

- c. Otras actividades enfocan otros aspectos también inmersos en la formación en ciencia y tecnología. Tal es el caso de la incursión que hacemos en la tecnología ancestral. Más allá del encanto de fabricar objetos de uso, las posibilidades de manejar dos artefactos antiguos y ancestrales, el taladro de arco y la carrumba (de origen arhuaco), la actividad nos debe llevar a valorar de manera contundente otros saberes no académicos ni fundados en el conocimiento científico. Esta experiencia es aleccionadora para entender y atender a los planteamientos de nuestros campesinos y ancestros en sus prácticas sobre el manejo del medio ambiente, el uso del agua, el tratamiento de las enfermedades, las formas de construcción de viviendas y terrazas, entre muchas otras cosas.

## 6. LA FORMACIÓN

En estas consideraciones hemos avanzado de la mano de las perspectivas disciplinarias, pero en la escuela no todo tiene que ver con las disciplinas, también tenemos que ver con la educación. En otras palabras, el énfasis en las disciplinas nos lleva a la instrucción. Y la educación es mucho más que instrucción. Si la escuela posee importancia es por ser un vehículo mediante el cual logramos lo necesario para vivir en colectivo con esos imperativos imprescindibles del reconocimiento del otro y con ello del respeto y con los otros imperativos, relacionados con la vida en colectivo, que como ya lo hemos anotado, nos llevan a la necesidad de la invención de normas para garantizar la convivencia. Y recordemos que en una primera instancia tanto lo uno (el respeto) como lo otro (las normas) pueden verse como límites a nuestra libertad. Pero recordemos también que tanto lo uno como las otras deben entenderse como el camino que debe seguirse en la cotidianidad precisamente para hacer posible la libertad.

Estos valores no surgen espontáneamente del fluir vivencial. Para lograrlos se necesita vivir con el otro y vivir en colectivo, sin colectivo no se requieren normas, sin colectivo la autonomía es una palabra vacía. Es en este sentido que el grupo de niños involucrados en las

actividades de ATA-EPE se convierte en colectivo en cuanto elaboran metas comunes y se embarcan en búsquedas compartidas. Es por ello que se eliminan las tendencias a la competencia y se instauran actitudes de colaboración.

Vemos entonces cómo esa secuencia de procesos de armado, modificación e invención posee sentido en cuanto sugiere y plantea retos para ser resueltos en los incipientes, pero fructíferos colectivos que recién se arman.

## BIBLIOGRAFÍA

- Augé, Marc (2006). *Hacia una antropología de los mundos contemporáneos*. Barcelona, Gedisa.
- Augé, Marc (2000). *Los no-lugares. Esoacios el anonimato*. Barcelona, Gedisa.
- Bateson, G. (1997). *Espíritu y naturaleza*. Buenos Aires, Amorrortu.
- Bateson, G. (1972). *Pasos hacia una ecología de la mente*. Buenos Aires, Lumen.
- Bauman, Z., (2011). *Daños colaterales*. México, Fondo de Cultura Económica
- Chevallard, I. (1998). *La transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado*. Aique grupo editor, [http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Chevallard\\_Unidad\\_3.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf).
- García Canclini, N. (2005). *Diferentes, desiguales y desconectados: mapas de la interculturalidad*. Barcelona, Gedisa.
- Kuhn, T. (1995). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica: México.
- Mead, Margaret (2002). *Cultura y Compromiso*. Barcelona, Gedisa
- Mirieu, P. (1998). *Frankenstein Educador*. Barcelona, Laertes
- Morin, E. (1986). *El método*, vol. 1: “La naturaleza de la naturaleza”. Barcelona, Catedra.
- Pedrerros, R. I. y otros. (2000). *La autorregulación, un universo de posibilidades*. Bogotá, EPE.

- Piaget, J. “Desarrollo y aprendizaje”. En *Naturaleza, educación y ciencia* No 3, Bogotá, Universidad Nacional.
- Segura, D., (1993). *La enseñanza de la física, dificultades y perspectivas*. Bogotá, Biblioteca de Catedráticos, Universidad Distrital.
- (1991). “Las ATA, una alternativa didáctica”. En: *Planteamientos en educación*, N° 1, Cepe, Bogotá.
- (2002). “Información y conocimiento, una diferencia enriquecedora”. En *Museolúdica*. Bogotá, Museo de la Ciencia y el Juego No 9 (22, 34), U. Nacional.
- y Malagón, J. (2004). “Haciendo de matemáticos en el aula: posibilidades de elaboraciones significativas”. *Museolúdica*, N° 32. Bogotá, Museo de la ciencia y el juego.
- y otros (2000). *Vivencias de conocimiento y cambio cultural*. Bogotá, Fuego azul.
- y otros (1999). *La construcción de la confianza, una experiencia en proyectos de aula*. Epe, Bogotá.
- y Molina, A. (1991). *Las ciencias naturales en la escuela. En investigación en la escuela* No 14 (pps 21 a 34) Sevilla, Diada.
- Senge, P. (2000). *La quinta disciplina: escuelas que aprenden*. Bogotá, Norma
- Varela, F. (1995). *Ética y Acción*. Santiago, Debate.