

**OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**



**Proyecto Sistema de Evaluación Permanente Programa Ondas Fase 1**

DOCUMENTO 1

---

# Estado del Arte sobre Programas y Proyectos del Mundo dirigidos a Fortalecer una Cultura de la Ciencia y la Tecnología en Niños, Niñas y Jóvenes

(VERSIÓN PARA REVISIÓN EXTERNA)

**Equipo Investigador:**

Mónica Lozano Hincapié (Coordinadora)

Mario Mendoza Toraya (co-investigador)

María Fernanda Delgado Portela (co-investigadora)

Diciembre de 2010

## Índice

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>PRESENTACIÓN DE LA FASE I DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN PERMANENTE (SEP) DEL PROGRAMA ONDAS</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1. ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS</b> .....	<b>16</b>
1.1. EL ENFOQUE CONCEPTUAL.....	16
<i>Los modelos de comunicación de la ciencia y la tecnología</i> .....	17
El modelo de déficit simple.....	22
El modelo de déficit complejo .....	24
El modelo democrático .....	27
1.2. METODOLOGÍA.....	34
<i>Etapa 1: Definición de los criterios para la selección de información</i> .....	35
<i>Etapa 2: Recolección de la información</i> .....	37
1. Adecuación del instrumento de recolección de información para los programas .....	37
2. Mapeo de la información en el mundo .....	39
3. Selección de programas para búsqueda de información a profundidad .....	41
4. Recolección de información en profundidad sobre programas seleccionados .....	42
<i>Etapa 3. Análisis de la información</i> .....	45

<b>2. TENDENCIAS EN LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA POBLACIÓN INFANTIL Y JUVENIL .....</b>	<b>47</b>
2.1. PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN NIÑOS, NIÑAS Y JÓVENES .....	48
2.2. ENTIDADES QUE DESARROLLAN LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA POBLACIÓN INFANTIL Y JUVENIL .....	49
2.2.1. <i>Panorámica internacional</i> .....	49
África:.....	50
Ámerica:.....	50
Asia:.....	51
Europa:.....	51
Oceanía:.....	52
2.2.1. <i>Panorámica para los programas y proyectos similares a Ondas</i> .....	52
Grupo 1: Entidades estatales .....	56
Grupo 2: Fundaciones, asociaciones de ciencia y/o tecnología, academias de ciencia, museos, corporaciones .....	65
Grupo 3: Universidades y centros de investigación.....	66
2.3. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LOS NIÑOS, NIÑAS Y JÓVENES.....	67
2.3.1 <i>Panorámica Internacional</i> .....	67
2.3.1.1. Programas y proyectos que trabajan de manera directa con las instituciones escolares (instituciones educativas, maestros, estudiantes).....	68
2.3.1.2. Programas y proyectos que se dirigen al público escolar pero cuya ejecución no pasa por las instituciones educativas .....	74
2.3.1.3. Programas y proyectos dirigidos a público infantil y juvenil, desde espacios de educación no formal .....	77
2.3.2. <i>Panorámica de los programas y proyectos similares a Ondas</i> .....	79
2.3.2.1. Programas que promueven un intercambio entre los científicos y la escuela .....	83
2.3.2.2. Programas que desarrollan la metodología ECBI.....	84
2.3.2.3. Programas dirigidos al fomento de la investigación en niños, niñas y jóvenes .....	99
<b>3. LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA .....</b>	<b>111</b>
3.1. EL PRIMER CAMINO, LA EVALUACIÓN DEL LOGRO DE LOS ESTUDIANTES.....	111
3.1.1. <i>Los parámetros de comparación internacional</i> .....	111
3.1.2. <i>La evaluación del logro de los estudiantes en Colombia</i> .....	115
3.2. EL SEGUNDO CAMINO: LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS Y SUS ESTRATEGIAS .....	117
3.2.1. <i>La evaluación entendida como un proceso permanente del programa, dirigida a brindar información para su desarrollo y expansión</i> .....	118

3.2.2. <i>La evaluación de los proyectos y programas como mecanismo para la evaluación del logro de la política</i> .....	119
3.2.3. <i>La evaluación de los programas en función al sistema educativo: la relación entre estándares educativos y los programas</i> .....	122
3.2.4. <i>La evaluación de la expansión de un programa a otros contextos</i> .....	124
3.2.5. <i>La evaluación en Ondas</i> .....	128
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>132</b>
4.1. TENDENCIAS RESPECTO A LA PREVALENCIA DE LOS PROGRAMAS EN EL MUNDO:.....	132
4.2. TENDENCIAS RESPECTO A LAS ENTIDADES QUE LOS EJECUTAN: .....	133
4.3. TENDENCIAS RESPECTO A LOS OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS: .....	134
4.4. TENDENCIAS RESPECTO A LA EVALUACIÓN: .....	137
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>139</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>144</b>
ANEXO 1. FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL .....	144
ANEXO 2. FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA PROGRAMAS Y PROYECTOS .....	146

## Índice de tablas y gráficos

<b>GRÁFICO No. 1.</b> ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DE LOS LINEAMIENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS .....	10
<b>GRÁFICO No.2.</b> DISTRIBUCIÓN POR CONTINENTE Y TIPO DE ENTIDADES VINCULADAS A LOS PROYECTOS	50
<b>GRAFICO No. 3.</b> RESULTADOS COMPARATIVOS DE LOS PAÍSES DE LA REGIÓN EN LAS PRUEBAS PISA 2006, EN EL ÁREA DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS. ....	64
<b>TABLA No. 1.</b> MODELOS DE POPULARIZACIÓN J. DURANT.....	18
<b>TABLA No. 2.</b> MODELOS DE COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA M. LOZANO .....	20
<b>TABLA No. 3.</b> PAÍSES SELECCIONADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE PROGRAMAS.....	36
<b>TABLA No. 4.</b> PAÍSES SELECCIONADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE PROGRAMAS Y NÚMERO DE PROGRAMAS IDENTIFICADOS EN CADA UNO DE LOS PAÍSES.....	40
<b>TABLA No. 5.</b> CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE LOS PROGRAMAS.....	41
<b>TABLA No. 6.</b> PROGRAMAS Y PROYECTOS QUE SE HAN CARACTERIZADO A PROFUNDIDAD .....	42
<b>TABLA No. 7.</b> NÚMERO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS POR PAÍS Y CONTINENTE .....	48
<b>TABLA No. 8.</b> PROGRAMAS E INSTITUCIONES POR TIPO DE GRUPO .....	54
<b>TABLA No. 9.</b> PROGRAMAS Y PROYECTOS Y TIPO DE INSTITUCIONES QUE COLABORAN .....	58

## Abreviaturas

---

<b>CE</b>	<i>Comunidad Europea</i>
<b>CONICYT</b>	<i>Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica</i>
<b>DSE</b>	<i>Discovery Science &amp; Engineering</i>
<b>ECBI</b>	<i>Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación</i>
<b>FOSS</b>	<i>Full Option Science System</i>
<b>ICSU</b>	<i>International Council for Science</i>
<b>IEA</b>	<i>Asociación Internacional para la Evaluación del Logro Educativo</i>
<b>LAMAP</b>	<i>La main à la pâte</i>
<b>LLECE</b>	<i>Laboratorio Latinoamericano de la Calidad Educativa</i>
<b>ME</b>	<i>Ministerio de Educación</i>
<b>MEN</b>	<i>Ministerio de Educación Nacional</i>
<b>NCSC</b>	<i>National Children's Science Congress</i>
<b>OCDE</b>	<i>Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos</i>
<b>ONCYT</b>	<i>Organismo Nacional de Ciencia y Tecnología</i>
<b>PISA,</b>	<i>Programme for International Student Assessment</i>

<b>PUS</b>	<i>Public Understanding of Science</i>
<b>SENACyT</b>	<i>Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</i>
<b>SEP</b>	<i>Sistema de Evaluación Permanente</i>
<b>SERCE</b>	<i>Segundo Estudio Regional y Comparativo</i>
<b>SNCTI</b>	<i>Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</i>
<b>STC</b>	<i>Science and Technology for Childrens</i>
<b>TIMSS</b>	<i>Trends in Mathematics and Science Studies</i>
<b>UNESCO</b>	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
<b>USAID</b>	<i>United States Agency for International Development</i>

## *Presentación de la Fase I del Sistema de Evaluación Permanente (SEP) del Programa Ondas*

---

*La Ley 1286 de 2009, confiere a COLCIENCIAS, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, las funciones de ser el órgano rector del sector y del Sistema de Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), encargado de “formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política de Estado en la materia en concordancia con los planes y programas de desarrollo” (Artículo 5º). Igualmente, la Ley define como objetivo de la entidad, entre otros, el siguiente:*

*Crear una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento, y la investigación científica, la innovación y el aprendizaje permanentes. (Artículo 6º numeral 1).*

*Como parte de las bases para la consolidación de una política de Estado en ciencia, tecnología e innovación, la Ley plantea que las políticas de estímulo y fomento de la ciencia, la tecnología y la Innovación estará orientada por, entre otros, el siguiente propósito:*

*Promover la calidad de la educación formal y no formal, particularmente en la educación media, técnica y superior para estimular la participación y el desarrollo de nuevas generaciones de investigadores, emprendedores, desarrolladores tecnológicos e innovadores. (Artículo 3º numeral 6).*

*Dentro de este contexto normativo, se ubica el Programa ONDAS, que es la estrategia desarrollada por la entidad para Fomentar la construcción de una*

*cultura ciudadana de ciencia, tecnología e innovación en la población infantil y juvenil de Colombia.*

El Programa, creado en 2001, ha pasado por distintas fases que han llevado a consolidar su propuesta actual:

*Fase I: Creación del Programa ONDAS (2001 – 2003)*

*Fase II: Expansión del Programa ONDAS (2003 – 2005)*

*Fase III: Reconstrucción Colectiva del Programa ONDAS (2005 – 2008)*

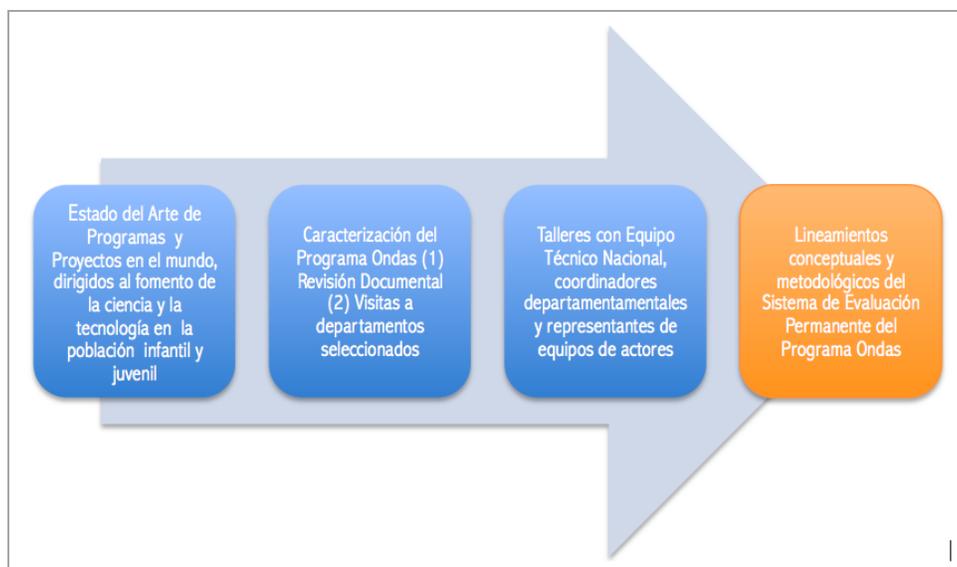
*Fase IV: La apropiación de los nuevos Lineamientos Pedagógicos y de los nuevos materiales del Programa (2008 – actualmente)*

En 2009, COLCIENCIAS solicita al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología la construcción de los lineamientos conceptuales y metodológicos para un Sistema de Evaluación Permanente (SEP), que permita articular los esfuerzos de evaluación y redefinición del Programa realizados hasta el momento. Se pide que, a partir de la construcción de una línea de base y de aplicar un enfoque integral y participativo, se pueda dar cuenta de los resultados en términos de procesos, logros e impactos, de acuerdo con el propósito inicial. Igualmente, se espera que este SEP, genere los mecanismos que permitan identificar la manera como se ha desarrollado Ondas en cada región y la formas como este impacta al sistema de educación formal y a la calidad de vida de los diferentes actores. Se entiende como un proceso participativo y permanente que genera los mecanismos para que los protagonistas del proceso: maestros, niños, padres de familia, directivos docentes, actores sociales e institucionales y la comunidad en general, evalúen el programa en una perspectiva de construcción permanente, cuyo proceso

metodológico permite a cada departamento, municipio, institución educativa, explicitar sus desarrollos y su visión prospectiva, dentro de una dinámica de revisión constante.

En julio de ese año, se inició la tarea de construir los lineamientos conceptuales y metodológicos del Sistema de Evaluación Permanente (SEP) del Programa, para ello, se diseñó una propuesta metodológica que incluía un trabajo organizado en tres etapas, las dos primeras realizadas de manera simultánea: la primera etapa consistió en la realización de un Estado del Arte sobre programas y proyectos ejecutados a nivel mundial que estuvieran dirigidos al fomento de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes; la segunda etapa, se dirigió a la realización de una caracterización del Programa ONDAS, a partir de una revisión documental y visitas *in situ* a algunos departamentos y por último, la tercera etapa, consistió en la elaboración de la propuesta de Lineamientos conceptuales y metodológicos del Sistema de Evaluación Permanente del Programa a partir de los resultados arrojados por las dos etapas anteriores, un trabajo de talleres con actores del programa y una definición conceptual para la evaluación. En el gráfico siguiente se esquematiza el proceso seguido para el desarrollo de los Lineamientos:

**Gráfico No. 1: Esquema de la metodología seguida en el desarrollo de los lineamientos conceptuales y metodológicos**



*Etapa 1: La realización de un Estado del Arte sobre Programas y Proyectos similares a ONDAS.*

En esta etapa se indagó sobre programas y proyectos ejecutados a nivel mundial y permitió identificar programas con características similares, tanto en objetivos de política como en estrategias, y cuáles son las propuestas metodológicas que se utilizan para la evaluación de programas de este tipo.

Como resultado de esta etapa se produjeron los siguientes documentos:

*Documento 1. Estado del arte sobre programas y proyectos del mundo dirigidos a fortalecer la cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes.*

*Documento 2. Catálogo de programas y proyectos del mundo dirigidos a fortalecer la cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes.*

*Etapa 2: La realización de una caracterización del Programa ONDAS*

Por su parte, la caracterización del Programa ONDAS, se dirigió a tener una mirada comprensiva del programa y que respondiera a los siguientes objetivos:

- Identificar los cambios en los objetivos, estrategias y enfoques del programa en las distintas fases de desarrollo del programa.
- Identificar las necesidades de seguimiento y evaluación en las distintas fases y las estrategias desarrolladas para suplir estas necesidades.
- Identificar las formas en que el programa es apropiado por las instancias de operación departamental y cuáles son las percepciones de los actores locales de las necesidades de seguimiento y evaluación.

Para responder a estas preguntas la metodología utilizada incluyó: la realización de una revisión documental sobre el programa, en donde se analizaron publicaciones, actas, informes y distintos tipos de documentos producidos por el programa desde su creación en 2001, y por otro lado, visitas *in situ* a algunos de los departamentos, seleccionados de manera conjunta con el Equipo Técnico Nacional del Programa ONDAS, de manera que se tuviera una muestra representativa en cuanto a diferentes procesos de consolidación del Programa: Arauca, Boyacá, La Guajira y Risaralda.

En los departamentos se realizaron grupos focales con miembros del Comité Departamental y en algunos departamentos, con grupos de investigación y de asesores; se realizaron entrevistas con los coordinadores departamentales, miembros de los comités, maestros, asesores, representantes de las CAR y de las secretarías, entre otros. Igualmente, se recogió información documental sobre el programa en el departamento.

Como resultado de esta etapa se produjo el siguiente documento:

*Documento 3. Programa Ondas una apuesta por la investigación en niños, niñas y jóvenes de Colombia. Caracterización del Programa.*

*Etapa 3: la construcción de los lineamientos del Sistema*

Finalmente, para la última etapa del proyecto, se tomaron en cuenta los resultados tanto del Estado del Arte y de la Caracterización del Programa, para la definición de los aspectos conceptuales y metodológicos que guían la puesta en marcha del Sistema de Evaluación Permanente. La realización de talleres con el Equipo Técnico Nacional del Programa ONDAS, los Coordinadores Departamentales y representantes de los distintos actores, permitió así mismo, definir y ampliar en un enfoque participativo, las respuestas a las preguntas base del Sistema de Evaluación: ¿Para qué evaluar?, ¿qué evaluar? y ¿cómo hacerlo?, y la toma de decisiones sobre los puntos de partida de ese proceso.

Como resultado de esta etapa se produjeron los siguientes documentos:

*Documento 4. Lineamientos Conceptuales y Metodológicos del Sistema de Evaluación Permanente del Programa ONDAS.*

*Documento 5. Manual de Orientaciones para la Construcción de la Línea de Base de Indicadores y el Levantamiento de Información Primaria.*

## Introducción

---

El presente documento presenta un Estado del Arte sobre los programas y proyectos dirigidos al fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes. Bajo esta denominación hemos incluido estrategias que apuntan a favorecer el acercamiento de la población infantil y juvenil a la ciencia y a la tecnología, desde espacios de educación formal y no formal. Incluye, por lo tanto, una diversidad de estrategias cuyos objetivos son denominados de manera distinta, dependiendo de los enfoques conceptuales y metodológicos desde los cuales se diseñan: así, la panorámica describe programas y proyectos dirigidos a “aumentar la comprensión pública”, “apropiar”, “divulgar”, “desarrollar competencias científicas”, “desarrollar el espíritu científico”, etc.

En el Estado del Arte, se ha procurado: (1) presentar las tendencias generales que toman estos programas analizando de manera detenida aquellos con características similares a las del Programa Ondas de Colciencias y (2) analizar algunos casos modelo de evaluación de estos programas y proyectos, de manera que se puedan extraer aprendizajes útiles sobre el tema que puedan ser aplicables en la construcción de un Sistema de Evaluación Permanente para el mismo.

El documento se organiza en cuatro partes: en la primera se presentan los lineamientos conceptuales y metodológicos seguidos en la realización del estudio; en la segunda se realiza un análisis de las tendencias mundiales en el tema del fomento de la cultura de la ciencia y la tecnología en la

población infantil y juvenil; en la tercera se presentan los resultados encontrados para el tema de la evaluación; en la cuarta se presentan las conclusiones generales de este ejercicio.

Una descripción de los programas y proyectos incluidos dentro del documento puede consultarse en el *Catálogo de programas y proyectos del mundo dirigidos a fortalecer la cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes*. (Documento 2 de la serie).

# 1. Aspectos conceptuales y metodológicos

---

## 1.1. El enfoque conceptual

Desarrollar un estado del arte sobre programas y proyectos dirigidos al fomento de la cultura ciudadana de la ciencia y la tecnología implicó, como punto de partida, la toma de decisiones de tipo conceptual y metodológico, sobre como entender y analizar el universo de experiencias que se desarrollan en el área.

Por una parte, el abordaje conceptual se enfrenta con el problema de que la comunicación –o apropiación social– de la ciencia y la tecnología, al no existir como una disciplina, sus abordajes dependen particularmente de los intereses (y objetivos) de quienes la investigan, de los campos disciplinarios a partir de los cuales se aborda, de las concepciones sobre ciencia, tecnología que se tienen y las relaciones que se establecen entre éstas y la sociedad.

En la literatura y en la práctica, existe una multiplicidad de conceptos que en ocasiones se utilizan como sinónimos: comunicación de la ciencia y la tecnología, vulgarización, popularización, apropiación, divulgación, difusión, diseminación, alfabetización y periodismo científico. Gran parte de las definiciones que encontramos en la literatura sobre el tema (ver Lozano, 2005), identifican la comunicación de la ciencia y la tecnología como acciones dirigidas a difundir a públicos amplios, a través de diversos medios –en general medios de comunicación masiva o en espacios creados de manera específica para este fin–, los adelantos de la ciencia y la tecnología.

Otras perspectivas conceptuales, (ver por ejemplo a Durant, citado por Gregory y Miller, 1998), enfatizarán más en la pregunta sobre cuáles son las necesidades de formación de ciudadanos en el contexto actual y cuál es la comprensión de la ciencia y la tecnología necesaria para poder vivir en una sociedad científica y tecnológicamente determinada, de manera que le sea realmente útil en la modificación de las condiciones de vida. Cercana a esta perspectiva está la definición de apropiación social de la ciencia y la tecnología realizada por Posada y colaboradores, para quienes ésta es entendida como una estrategia de cambio social y cultural dirigida a lograr en el ámbito social una reflexión crítica sobre la ciencia y la tecnología; una relación crítica con el conocimiento; y una promoción de la cultura científica (Posada et al, 1995 : 35 – 39).

### **Los modelos de comunicación de la ciencia y la tecnología**

Podemos identificar, al menos, dos grandes modelos para la comunicación de la ciencia: el de déficit y el democrático. Las diferencias entre estos modelos son fundamentalmente tres: la concepción del público, los objetivos que persiguen y el tipo de comunicación que promueven. En el modelo de déficit el público carece de conocimientos científicos, el objetivo fundamental de la comunicación es suplir estas carencias y sus estrategias promueven una sola línea de comunicación que va de la ciencia al público. En el modelo democrático tanto el público como los científicos son reconocidos como poseedores de conocimientos, experticia, valores e intereses, el objetivo de la popularización es lograr la participación activa de los distintos sectores en la resolución de conflictos que involucren conocimiento de base tecnocientífica,

y sus estrategias promueven procesos de comunicación de doble vía entre la ciencia y el público (Lozano, 2005).

Durant (1999) plantea las diferencias entre estos dos modelos de la siguiente manera:

**Tabla No. 1. Modelos de popularización J. Durant**

MODELO DE DÉFICIT	MODELO DEMOCRÁTICO
Privilegia los científicos y enfatiza una línea de comunicación a una vía desde los expertos hacia el público lego	Busca establecer una relación de igualdad entre científicos y no científicos y enfatiza el diálogo entre expertos y publico lego como condición previa para la satisfactoria resolución de los desacuerdos
Privilegia el científico sobre otras formas de experticia	Reconoce la existencia de múltiples (y ocasionalmente conflictivas) formas de experticia, y busca acomodarlas todas a través de debates públicos abiertos y constructivos
Privilegia el conocimiento formal como la llave de la relación entre ciencia y público	Considera un amplio rango de factores, incluidos conocimiento, valores, (intereses), y relaciones de poder y confianza

FUENTE: Elaboración propia a partir de la propuesta de Durant sobre modelos de comprensión pública de la ciencia, la ingeniería y la tecnología (1999).

A continuación se presenta una caracterización ampliada estos modelos a partir de la identificación de algunos de los elementos que entran en juego en la concepción particular sobre la comunicación: cuál es el contexto de la ciencia en el que se ubican, cuáles sus objetivos y su público, qué argumentos la justifican, cuáles son los contenidos a comunicar, de qué medios se valen, en qué contextos desarrollan su actividad. Esta perspectiva permite distinguir entre un modelo de déficit simple y uno complejo. Si bien ambos comparten las características señaladas anteriormente para el modelo de déficit, se

diferencian en algunos aspectos específicos como la justificación de la actividad, el tipo de contenidos que privilegian, los contextos en los que se desarrollan (ver Tabla No. 2).

**Tabla No. 2. Modelos de comunicación de la ciencia y la tecnología**

	<b>MODELO DE DÉFICIT SIMPLE</b>	<b>MODELO DE DÉFICIT COMPLEJO</b>	<b>MODELO DEMOCRÁTICO</b>
<i>Contexto de ciencia</i>	<i>Difusión</i>	<i>Difusión / Educación</i>	<i>Producción (políticas) / Aplicación / Evaluación</i>
<i>Objetivo</i>	<i>Comunicar, utilizando la diversidad de medios, el conocimiento científico a públicos voluntarios</i>	<i>Lograr valoración y soporte público para la ciencia, una comprensión correcta de la ciencia y del uso del conocimiento técnico</i>	<i>Lograr la participación activa de los sectores poblacionales en la resolución de conflictos que involucren conocimiento científico y tecnológico</i>
<i>Justificación</i>	<i>No se justifica. Es en sí misma una Cosa Buena</i>	<i>Argumentos de tipo económico, político y social. Una mejor comprensión de la ciencia redundará en una mejor toma de decisiones en la vida pública y privada.</i>	<i>Argumentos de tipo político: la democracia participativa. Enfatiza el derecho que tienen todos los actores sociales de participar en la toma de decisiones que afectan su vida</i>
<i>Concepción de ciencia</i>	<i>Cuerpo de conocimiento certero y seguro</i>	<i>Cuerpo de conocimiento certero y seguro</i>	<i>Cuerpo de conocimiento parcial, provisional y, en ocasiones, controversial y potencial productor de riesgo</i>
<i>Público al que se dirige</i>	<i>Público lego en general (exclusión de público escolar)</i>	<i>Público en general (incluye el público escolar)</i>	<i>Público definido a partir de intereses específicos (grupos sociales, empresarios,</i>

			<i>científicos, tomadores de decisiones política)</i>
<i>Medios</i>	<i>Medios de comunicación masiva y los utilizados para la popularización</i>	<i>Medios de comunicación masiva y de popularización y medios para la enseñanza</i>	<i>Medios participativos: foros, debates, grupos de consenso y desarrollo de proyectos conjuntos entre expertos y no expertos</i>
<i>Énfasis</i>	<i>Traducción (recreación) del conocimiento científico de manera que sea accesible a público no experto</i>	<i>Comprensión y valoración de la ciencia. Aspectos cognitivos</i>	<i>Resolución de conflictos y de problemas sociales. Aspectos cognitivos y sociales</i>
<i>Contenidos</i>	<i>Resultados de la ciencia: hechos, teorías</i>	<i>Resultados de la ciencia: hechos, teorías. Procesos a través de los cuales se produce el conocimiento científico. Procesos a través de los cuales se decide qué es conocimiento científico y qué no lo es</i>	<i>Diferentes tipos de conocimientos y experticia: científico, políticos, empresariales, de los grupos sociales involucrados. Inclusión de otros factores: intereses, valores, relaciones de poder y confianza</i>
<i>Términos a los que se asocia</i>	<i>Popularización, Divulgación</i>	<i>Comprensión pública de la ciencia</i>	<i>Apropiación social de la Ciencia y la Tecnología</i>
<i>Contextos en que se desarrolla</i>	<i>Educación no formal / informal</i>	<i>Educación formal / no formal / informal</i>	<i>Contextos sociales de aplicación</i>

Fuente: Lozano, M. (2005).

## **El modelo de déficit simple**

El primero de estos modelos, en el que podemos ubicar las posturas sobre la comunicación que toman la tradición de la popularización iniciada en el siglo XIX, privilegia el llevar los resultados de la ciencia al público, de tal manera que ponga a su alcance la información científica. En la práctica científica se ubica al final del proceso de producción de los conocimientos y tecnologías, en lo que es la difusión de los resultados y en esta medida privilegia como contenidos de la comunicación los resultados de la actividad investigadora: los hechos y las teorías. Generalmente la discusión sobre el para qué se hace esto queda soslayada en la medida que se asume, casi por tradición, que llevar los resultados de la ciencia es en sí mismo un objetivo bueno y que no necesita una mayor justificación. Al respecto Jacobi y Schiele, señalan: “la divulgación científica es una práctica sobre la cual no se piensa: Ella parece bastarse por sí sola, sobre la única justificación de su propia producción”<sup>1</sup>. Esta noción de que más conocimiento –conocimiento sobre cualquier cosa– es una “Cosa Buena” por sí misma surge en el siglo XVIII con la Ilustración (Gregory y Miller, 1998). Las preguntas fundamentales a las que responde este enfoque son aquellas que abordan el problema de la “traductibilidad” del conocimiento científico (es decir cómo traducir el conocimiento científico de manera que sea fidedigno, pero que también sea comprensible por un público no experto) y de las estrategias y los medios que

---

<sup>1</sup> Jacobi, D y Schiele Bernard (organanzadores). *Vulgariser la science – Le procès de l'ignorance*. Seyssel: Editions Champ Vallon, 1988, p:11. Citado por Massarani, Luisa. *A divulgação científica no Rio de Janeiro: Algumas reflexões sobre a década de 20*. Tesis de maestría, Rio de Janeiro, IBCT-ECO/UFRJ, 1998.

pueden ser más adecuados para llevar este conocimiento a grandes capas de la población.

Términos como difusión, divulgación, popularización, vulgarización de la ciencia se hallan ligados de manera directa a este enfoque. Aquí se plantea que, por una parte, existe un conocimiento científico al que se concibe como un cuerpo de conocimientos certero y seguro sobre el mundo, al que sólo tienen acceso unos pocos y que, por otro lado, existe una población (público lego) que no tiene acceso a este conocimiento. La labor de la comunicación de la ciencia es, entonces, acercar estos conocimientos al público amplio. Los problemas de esta labor no son fáciles. Hasta la década de los ochenta aún se discutía sobre quién debía realizar esta actividad, si eran los científicos mismos o si eran los nuevos profesionales que habían surgido para llenar este vacío: los periodistas científicos y divulgadores. A medida que ha transcurrido el tiempo es cada vez más claro el proceso de profesionalización de los periodistas científicos y de los comunicadores de la ciencia y su mayor importancia en el contexto social, cultural y científico del mundo contemporáneo, hasta el punto de que actualmente se habla de ellos como “la tercera cultura”. En 1956, S. P. Snow escribió un famoso ensayo titulado *Las dos culturas*, en el que plantea el divorcio entre la cultura científica y la cultura humanística. El periodista científico, el *science writer*, el divulgador de la ciencia, parece ser el personaje llamado a resolver este problema.

Otra de las características en algunas de las corrientes de este enfoque es la separación entre la comunicación de la ciencia y la educación formal en ciencia y tecnología. Muchas de las definiciones planteadas, apuntan a la

necesidad de mantener los dos ámbitos separados. Desde esta perspectiva se concibe la comunicación como algo que se hace con públicos voluntarios y cuya finalidad no es necesariamente “el aprendizaje” de la ciencia. Quizá una de las distinciones sobre el tema la encontramos en Pradal, citado por Calvo (2003 : 19):

*La divulgación científica es, al tiempo, ciencia y arte, y consiste en estudiar y poner en práctica los medios necesarios para presentar la ciencia universal a la altura de los conocimientos humanos, a diferencia de la iniciación didáctica, cuyo objetivo es aumentar sus conocimientos para elevar su espíritu hacia la ciencia.*

Así, desde esta perspectiva, la comunicación de la ciencia es el espacio entre la ciencia y el arte, un espacio creativo y de recreación de la ciencia que se desarrolla, fundamentalmente, en contextos de educación no formal e informal y con público voluntario.

Desde este modelo, las investigaciones sobre la relación entre ciencia y el público se dirigen fundamentalmente a conocer cuánto conocimiento sobre conceptos de la ciencia tiene el público.

### **El modelo de déficit complejo**

Las reacciones críticas en contra de la ciencia de grupos sociales organizados y su capacidad de incidir en temas fundamentales de la política científica en los países desarrollados, además de reflexiones desde distintas disciplinas – incluida la pedagogía–, han planteado la discusión sobre algunos de los puntos fundamentales del anterior modelo. Uno de ellos es el tema de la justificación de la comunicación.

La necesidad de incluir la popularización dentro de las agendas políticas ha conllevado a pensar en su papel en el desarrollo de la nación, pero también en las esferas de la vida privada de los individuos. Un ejemplo de esto es la publicación del reporte a la Royal Society de Londres titulado *The Public Understanding of Science*. El documento señala:

Una tesis básica del informe es que una mejor comprensión pública de la ciencia puede ser un elemento fundamental en la promoción de la prosperidad nacional, en elevar la calidad de la toma de decisiones pública y privada y en el enriquecimiento de la vida de los individuos... Promover la comprensión pública de la ciencia es una inversión en el futuro, y no un lujo que puede permitirse solamente cuando existen recursos<sup>2</sup>.

La necesidad de la comprensión pública de la ciencia es justificada por la Royal Society en términos de<sup>3</sup>:

- prosperidad nacional (por ejemplo, una fuerza de trabajo más calificada)
- realización económica (por ejemplo, efectos benéficos de la innovación)
- política pública (decisiones públicas informadas)
- decisiones personales (por ejemplo, sobre dieta, tabaco o vacunación)

---

<sup>2</sup> Royal Society, *The Public Understanding of Science* (London: Royal Society, 1985) p:9. Citado por Irwin y Wynne.

<sup>3</sup> Irwin, A y Wynne B. *Misunderstanding science. The public reconstruction of science and technology*. Gran Bretaña, Cambridge University Press, 1996, p:5.

- vida diaria (por ejemplo, comprendiendo qué sucede alrededor de nosotros)
- riesgo e incertidumbre (por ejemplo, concerniente al poder nuclear)
- pensamiento contemporáneo y cultura (la ciencia como una rica área de investigación y descubrimiento humano)

Así, la comunicación empieza a ser asumida ya no solamente como una “Cosa Buena”, sino que se sustenta en torno a unas necesidades que abarcan los ámbitos de la vida social, cultural, política, económica y privada de los individuos. Pero además, la comunicación aparece como una estrategia privilegiada en el logro de otro objetivo básico: que la sociedad valore y apoye la ciencia. Las reacciones críticas en contra de la ciencia son entendidas como problemas del público en la comprensión del fenómeno científico y las acciones se dirigen a la medición, explicación y búsqueda de remedios a los aparentes déficit en la “correcta comprensión y uso” de la ciencia (Wynne, 1995).

Desde esta perspectiva las propuestas enfatizarán en la necesidad de que además de comunicar los resultados de la ciencia, se trabaje sobre la comprensión pública de cómo ésta opera. Se espera que el público pueda comprender no sólo los hechos de la ciencia y la tecnología, sino también los caminos a través de los cuales el conocimiento es producido y los caminos a través de los cuales la comunidad científica decide qué es y qué no es la ciencia<sup>4</sup>. Además de estos aspectos de tipo cognitivo, esta postura enfatizará

---

<sup>4</sup> Ibid, p. 8

aspectos actitudinales y valorativos, al dirigirse a buscar un aprecio público por la ciencia.

El enfoque, igualmente, reevaluará las relaciones entre la comunicación de la ciencia y la tecnología y la educación formal, al abrir los conceptos sobre el sujeto que aprende. Así dentro de la práctica científica, la popularización se ubica en los contextos de difusión y educación y se desarrolla en contextos de educación formal, no formal e informal.

Desde este modelo, las investigaciones sobre la relación entre ciencia y el público además de conocer cuánto conocimiento sobre conceptos de la ciencia tiene el público, indagan sobre actitudes y percepciones públicas sobre la ciencia.

### **El modelo democrático**

El segundo gran modelo se desprende de las reflexiones generadas a partir de la discusión crítica a los modelos tradicionales de comunicación, pero también de reflexiones que vienen desde otros campos: la política, la educación, las ciencias sociales y de experiencias específicas como la evaluación participativa de tecnologías.

Quizá una de las primeras aproximaciones al tema se presenta cuando Philippe Roqueplo publica su libro *El reparto del saber*. Su trabajo se centra especialmente en el análisis de la divulgación de la ciencia en medios masivos de comunicación (TV, radio, cine, prensa y edición en la medida en que se trata de órganos o de colecciones de gran tiraje que se dirigen a un público lo más diverso posible y no a especialistas). En el momento en el que

escribe, 1974, los centros interactivos de ciencia y tecnología aún no se habían convertido en el importante y privilegiado medio de popularización que sería en las décadas siguientes, sin embargo en el prólogo a la segunda edición francesa, el autor señala cómo sus conclusiones para los medios masivos, podían ser extendidas a estos nuevos espacios.

Su punto de partida para el análisis de la divulgación científica es “su proyecto más que sus prácticas”, en ese sentido más que presentar descripciones sobre las diversas modalidades de divulgación o analizar las condiciones de su producción, se preguntaba si realmente la divulgación de la ciencia contribuía al reparto generalizado del saber. Su respuesta a esta pregunta es no. Roqueplo señala que en realidad la divulgación se caracteriza por su condición de “discurso/espectáculo unilateral y a-práctico” y por generar, entre otros elementos un “efecto vitrina” y reforzar el “mito de la científicidad”. Plantea lo que denomina su conclusión estratégica (Roqueplo, 1983 : 148):

Si de verdad se quiere que la proximidad ya real de las ciencias, en el seno de nuestro ambiente concreto, sea en efecto asumida como una apropiación real de ese ambiente, no se puede apostar a la divulgación científica, cualquiera que sea, por lo demás, su eficacia cultural. Es preciso utilizar itinerarios de apropiación del saber que cortocircuiten el desvío impuesto por los medios masivos de comunicación; es decir: el conjunto de las relaciones concretas de cada uno con su propio ambiente, relaciones que deben ser elucidadas in situ, por medio de un proceso de comunicación, no ya espectacular sino bilateral y práctico.

Pero quizá el impulso más grande a esta reacción crítica se da a partir del desarrollo de una serie de investigaciones en un campo que se conoce con el nombre genérico de comprensión pública de la ciencia (*Public Understanding of Science*, PUS). En el Reino Unido, además de la ampliación del número de programas en comunicación de la ciencia, la publicación del reporte de la Royal Society tuvo otra consecuencia importante: el Consejo de Investigación Económica y Social, impulsó una serie de investigaciones en una variedad de campos de las ciencias sociales sobre la relación de la ciencia y el público<sup>5</sup>. Uno de los resultados de estos trabajos fue el cuestionamiento de algunos de los supuestos básicos del PUS: por ejemplo que las reacciones críticas a la ciencia fueran un problema de su “incomprensión” por parte del público; la indistinción entre apreciación por, interés en y comprensión de la ciencia; y la separación de las dimensiones sociales y cognitivas (Wynne, 1995) y el señalar la existencia de un modelo de déficit al que se debían oponer otro tipo de abordajes.

Otro tipo de estudios han señalado los discursos latentes que hay detrás de los proyectos de comunicación: su utilización como herramienta para consolidar ideologías, defender valores e intereses ya sean políticos, económicos o de algunos actores específicos.

Dentro de este contexto se plantea la necesidad de la búsqueda de modelos en comunicación que presenten alternativas a las prácticas que tradicionalmente

---

<sup>5</sup> Para la variedad de estudios realizados sobre esta temática ver: Wynne, B. *Public Understanding of Science*, En *Handbook of science and technology studies*. Jasanoff, S. et al. Sage Publicaciones, Estados Unidos, 1995, páginas 361 – 388.

se han utilizado. Estos enfoques, que podemos agrupar bajo el nombre genérico de *modelo democrático*, se diferencian de los modelos precedentes en algunos aspectos básicos: sus objetivos, su concepción de ciencia, de científico, de público y del tipo de comunicación que privilegian.

Una de las más importantes diferencias que se encuentra entre este modelo y el modelo de *déficit*, es que la idea de ciencia que subyace a estos enfoques se complejiza: lejos de considerarla como un campo de conocimiento certero y seguro, se la concibe dentro de una dimensión cultural más amplia en la que convive con otro tipo de conocimientos distintos pero igualmente importantes. El conocimiento científico es asumido como un conocimiento parcial, provisional y que en ocasiones puede generar riesgos para el medio ambiente y para los grupos sociales, lo que sin embargo no disminuye su importancia para la comprensión y resolución de los problemas en la vida social de los seres humanos.

Podemos definir como objetivos principales para la popularización: (1) el lograr la participación activa de todos los sectores en la búsqueda de soluciones que involucren a la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas sociales (ambientales, de salud, de desarrollo, etc.) y (2) propender por una resolución dialogada a los conflictos que involucren el conocimiento científico y tecnológico.

La participación, retomando el argumento de Fiorino (1990), puede justificarse, principalmente, por tres razones<sup>6</sup>:

---

<sup>6</sup> Citado por López Cerezo et al., (1998).

- *La participación es la mejor garantía para evitar la resistencia social y la desconfianza hacia las instituciones*
- *La tecnocracia es incompatible con los valores democráticos*
- *Los juicios de los no expertos son tan razonables como los de los expertos.*

*El énfasis ya no está puesto sobre los problemas de cómo “traducir” un conocimiento científico para que sea accesible a públicos amplios. El énfasis se pone en el individuo o los individuos que requieren un conocimiento científico, en el para qué se requiere este conocimiento y en cómo este conocimiento se relaciona con otros conocimientos y experticias que ya poseen. El público es reconocido como poseedor de la capacidad no sólo de tomar decisiones sobre la base de la información científica, sino también como sujetos con conocimientos que son importantes para los procesos de toma de decisiones. El enfoque reevaluará el papel del “experto” y planteará la necesidad de inducir procesos en los que el público participe políticamente en la toma de decisiones en ciencia y tecnología en igualdad de condiciones con los científicos.*

*Desde esta perspectiva, sus temáticas se relacionan con la totalidad de la práctica científica al privilegiar, sin embargo, los contextos de producción (definición de políticas sobre prioridades de la investigación, debates éticos relacionados con la práctica científica) y los de aplicación y evaluación de la ciencia y la tecnología (los impactos socio-culturales, la discusión sobre el riesgo). Los contenidos de la popularización son los diferentes tipos de conocimiento y experticia de los diferentes actores (científicos, tomadores de*

decisión, empresarios, los grupos sociales involucrados). Además considera otro tipo de factores: intereses, valores, relaciones de poder y de confianza. Lo cognitivo y lo social.

Los públicos se definen en función al contexto de aplicación del conocimiento. Así, no se considera un público amplio y general, sino que redefine continuamente sus públicos en función de sus temáticas y objetivos. Además de grupos poblaciones específicos (campesinos, indígenas, mujeres, etc.) aparecen como públicos de la comunicación los tomadores de decisiones políticas, los empresarios, los científicos y los actores sociales implicados en conflictos con base en el conocimiento científico y tecnológico. Igualmente privilegia estrategias de tipo participativo, foros, debates, proyectos conjuntos sobre temáticas específicas con la participación activa de diversos actores expertos y no expertos.

Desde este modelo, las investigaciones sobre la relación entre ciencia y el público desde el contexto de comunicación, enfatizan en investigaciones interdisciplinarias, que involucren a las ciencias sociales, y se dirigen fundamentalmente a dar cuenta de las relaciones que se establecen entre ciencia, tecnología y la sociedad.

Para Durant (1999) el modelo democrático puede entenderse como respuesta a cambios estructurales de la sociedad democrática a finales del siglo XX, dentro del contexto de la globalización.

Una de las consecuencias del modelo democrático, e incluso del modelo de déficit complejo, es la poca pertinencia de utilizar términos como difusión, divulgación, popularización o vulgarización de la ciencia, los cuales se

hallan ligados semánticamente a la idea de llevar al pueblo o al vulgo conocimientos y que se relacionan con un enfoque de comunicación en una vía. Se han propuesto términos como comprensión pública y apropiación social de la ciencia y la tecnología.

La emergencia de las críticas al modelo de déficit en la comunicación de la ciencia y la tecnología tuvo, como una de sus implicaciones, el que cada vez se hace más difusa la línea que separa los programas en comunicación de los programas de educación en ciencia y tecnología. Los museos de ciencia y tecnología, realizan cada vez más actividades tomando en cuenta al público escolar; los programas de divulgación se desarrollan pensando en que puedan ser utilizados como herramienta en la escuela y, al mismo tiempo, los maestros y maestras planean sus clases de ciencias recurriendo a los museos, a los materiales de divulgación o apoyándose en clubes de ciencia. Esto, necesariamente llevará a repensar también la forma en que estudiamos los programas dirigidos al fomento de la ciencia y la tecnología en los públicos infantiles y juveniles, abriendo el espectro de experiencias.

La literatura dedicada a identificar y analizar proyectos y experiencias en comunicación de la ciencia (apropiación de la ciencia, en el contexto colombiano) que se desarrollan en los países del mundo es bastante limitada, sin embargo, la poca existente, permite identificar que Ondas es un programa único en su tipo. Este resultado puede responder a dos consideraciones:

- a. una, son análisis limitados tanto en el tiempo como en el espacio (de los dos estudios más conocidos en nuestro medio, uno de ellos se realizó tomando como muestra diez países iberoamericanos y otro, seis países de

la Unión Europea y recogen información de experiencias hasta 2003 y 2001 respectivamente);

- b. dos, en general los estudios se centran en programas que se ubican como de comunicación, popularización, divulgación o comprensión pública de la ciencia y que en general tienden a excluir los programas dirigidos a apoyar la “educación formal”. Esta caracterización limita el universo de la muestra al no considerar de manera prioritaria otro tipo de programas dirigidos a apoyar los procesos de enseñanza de la ciencia y la tecnología en educación básica.

Uno de los caminos que se propone en la presente propuesta, es redefinir metodológicamente el universo de estudio incluyendo programas y proyectos dirigidos a la educación formal y no formal en ciencia y tecnología en niños y jóvenes. Igualmente, se propone un levantamiento de información en profundidad sobre estos programas, de manera que permita un acercamiento, no sólo a los procesos de evaluación desarrollados por estos programas, sino también a la discusión conceptual y metodológica que guía su formulación.

## **1.2. Metodología**

Para el desarrollo del estado del arte se realizó un estudio exploratorio utilizando como metodología el desk review (con información de fácil acceso, en corto tiempo y sin visitas a los países), en tres etapas, divididas a su vez en subetapas:

## **Etapa 1: Definición de los criterios para la selección de información**

Consecuente con las posiciones conceptuales, se definieron los siguientes criterios para la recolección de la información:

### 1. Documentar:

(a) Proyectos o Programas Nacionales a nivel mundial para el fomento de la ciencia y la tecnología en la escuela básica y media.

(b) Proyectos o Programas Nacionales a nivel mundial para la apropiación social de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes desde la educación informal y

(c) Estrategias de evaluación del logro educativo en ciencias a nivel mundial.

2. La información se recolecta a partir de fuentes documentales de fácil acceso (páginas web) y, en caso de que sea necesario, contacto directo con los representantes de los programas.

3. Los programas o proyectos deben estar vigentes a 2009.

Para el mapeo de los proyectos y programas, de los 241 países del mundo, se seleccionaron 71 países a partir de los siguientes criterios: (a) Países que participaron en PISA 2006 – Competencias científicas para el mundo del mañana; (b) Países de América Latina y el Caribe (fundamentalmente aquellos que tiene experiencias reportadas en redes internacionales como Red Pop); (c) Organizaciones internacionales que desarrollan programas en el tema: UNESCO, Academias y Asociaciones Científicas, ICSU (International

*Council for Science*). La inclusión del criterio de países latinoamericanos y del Caribe, obedece al direccionamiento estratégico que Ondas ha dado a estos países en la Línea de Internacionalización Programa. Igualmente, por el interés que despiertan sus programas y por la necesidad de buscar más información para el continente (África) se incluyeron algunos países adicionales (Egipto, Marruecos, Túnez, Israel e India). La Tabla No. 3 muestra los países seleccionados por continente:

**Tabla No. 3. Países seleccionados para la recolección de información de programas**

África	América	Oceanía	Asia	Europa	
Egipto**	Argentina*	Australia	Corea	Alemania	Letonia
Marruecos**	Brasil*	Nueva	Hong Kong	Austria	Liechtenstein
Sudáfrica**	Canadá	Zelanda	Indonesia	Azerbaiyán	Lituania
Túnez	Chile		Israel	Bélgica	Luxemburgo
	Colombia		Japón	Bulgaria	Montenegro
	Costa Rica		Jordania	Croacia	Noruega
	Cuba*		Kirguizistán	Dinamarca	Países Bajos
	Ecuador*		China	Eslovenia	Polonia
	Estados Unidos		India**	España	Portugal
	Guatemala*		Qatar	Estonia	Reino Unido
	México		Tailandia	Federación	República
	Nicaragua*		Israel**	Rusa	Checa
	Panamá*			Finlandia	República
	Perú*			Francia	Eslovaca
	Trinidad y Tobago			Grecia	Rumania
				Hungría	Serbia
				Irlanda	Suecia

	Uruguay Venezuela*			Islandia Italia	Suiza Turquía
--	-----------------------	--	--	--------------------	------------------

*\*Países que no presentaron PISA pero se incluyen por estar en RED POP o ser latinoamericanos. \*\* Países del resto del mundo que no presentaron PISA pero se incluirán en el mapeo.*

## **Etapa 2: Recolección de la información**

*La recolección de la información tenía dos objetivos fundamentales: por un lado, aportar información que permitiera caracterizar los programas y proyectos dirigidos a promover una cultura de la ciencia y la tecnología desde la educación formal y no formal, enfatizando las formas de evaluación y por otro, organizar un catálogo que permitiera a los interesados, contar con una información básica sobre el tema. Los pasos seguidos en esta etapa fueron los siguientes:*

### **1. Adecuación del instrumento de recolección de información para los programas**

*Se realizó una revisión y adaptación del instrumento utilizado para la recolección de información que sirvió de base al desarrollo de la investigación sobre políticas, programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología en los países del Convenio Andrés Bello (Lozano, 2005).*

*Para el mapeo inicial en los 68 países, se definieron los siguientes descriptores (ver Anexo 1: Ficha de Recolección de Información Inicial).*

- a. Continente (América, África, Asia, Europa, Oceanía)*

- b. País (Ver Tabla No. 3: Países seleccionados para la recolección de información de programas)
- c. Nombre del programa o proyecto
- d. Dirección en Internet
- e. Ámbito (educación, apropiación)
- f. Institución o instituciones que lo ofrece. Tipo de institución que lo promueve (Organismo de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación, Academias y Asociaciones de Ciencia, Otros)
- g. Cobertura (local o nacional)
- h. Población beneficiaria (niños, jóvenes, niños y jóvenes, maestros y establecimientos educativos)
- i. Evaluación (información sobre si se tiene o no información sobre evaluación del programa o proyecto)
- j. Breve descripción
- k. Observaciones

Para la búsqueda en profundidad de los programas y proyectos seleccionados a partir del mapeo, se complementó la ficha (ver Anexo 1: Ficha de Recolección de Información para Programas y Proyectos). Los descriptores de esta ficha son:

- a. Nombre
- b. País de origen
- c. Entidad responsable
- d. Descripción de la entidad
- e. Contacto

- f. Correo electrónico
- g. Teléfono
- h. Dirección
- i. Fax
- j. Fecha de inicio y terminación
- k. Ámbito (educación o apropiación)
- l. Actores vinculados
- m. Descripción: síntesis del programa o proyecto y propósitos
- n. Estrategias utilizadas en términos de metodología
- o. Propuesta pedagógica
- p. Población que atiende
- q. Materiales disponibles
- r. Evaluación: estrategias de seguimiento y monitoreo, tipos de evaluación utilizadas y responsables de la evaluación.

Se elaboró una versión electrónica de este instrumento para facilitar el proceso de recolección y consulta de la información.

## **2. Mapeo de la información en el mundo**

En esta fase se realizó un levantamiento general sobre programas y proyectos de educación científica y tecnológica y apropiación social de la ciencia y la tecnología en niños y jóvenes. Esta primera fase permitió identificar un total de 163 programas y proyectos. De estos, 28 corresponden a redes continentales y 4 redes intercontinentales. En la Tabla No. 4 se documenta el número de programas por país y continente.

**Tabla No. 4. Países seleccionados para la recolección de información de programas y número de programas identificados en cada uno de los países\*\***

África (8)	América (52)	Oceanía (15)	Asia (29)	Europa (55)
Egipto (1)	Argentina (5)	Australia (6)	Corea (0)	Alemania (1)
Marruecos (1)	Brasil (4)	Nueva Zelanda (9)	Hong Kong (2)	Austria (0)
Sudáfrica (6)	Canadá (4)		China (6)	Azerbaiyán (2)
Túnez (0)	Chile (5)		Indonesia (1)	Bélgica (0)
	Colombia (8)		Israel (5)	Bulgaria (1)
	Costa Rica (2)		Japón (3)	Croacia (0)
	Cuba (1)		Jordania (0)	Dinamarca (0)
	Ecuador (0)		Kirguizistán (0)	España (4)
	Estados Unidos (14)		Kazajstán (1)	Estonia (0)
	Guatemala (1)		India (7)	Federación Rusa (0)
	México (3)		Qatar (0)	Finlandia (0)
	Nicaragua (0)		Tailandia (1)	Francia (1)
	Panamá (2)		Varios (3)	Grecia (0)
	Perú (1)			Hungría (0)
	Trinidad y Tobago (2)			Irlanda (5)
	Uruguay (1)			Islandia (0)
	Venezuela (2)			Italia (0)
	Varios (3)			Letonia (1)
				Liechtenstein (0)
				Lituania (1)
				Luxemburgo (0)
				Montenegro (0)
				Noruega (1)
				Países Bajos (0)
				Polonia (0)
				Portugal (2)
				Reino Unido (9)
				República Checa (0)
				República Eslovaca (0)
				Rumania (0)
				Serbia (0)
				Suecia (1)
				Suiza (0)
				Turquía (4)
				Varios (22)

*\*\* Se debe incluir 4 programas que pertenecen a redes intercontinentales.*

Por otra parte, para la realización del mapeo de las evaluaciones para medir el logro en ciencias de los niños, niñas y jóvenes en educación básica y media, se seleccionaron:

- (1) Las pruebas internacionales en las que participa Colombia (PISA, TIMSS, LLECE, SERCE)

(2) Las pruebas nacionales de Colombia y algunos países de América Latina (SABER, Pruebas de Estado)

### 3. Selección de programas para búsqueda de información a profundidad

Se definieron los siguientes criterios para seleccionar del universo de programas y proyectos, aquellos más afines al programa Ondas: (1) que los programas tuvieran como énfasis el desarrollo de programas y proyectos basados en la investigación en niños y jóvenes, (2) que incluyera un componente de formación de maestros, (3) que explicitará estrategias de evaluación y seguimiento y (4) que se relacionara con el sistema educativo (ver Tabla No. 5). Igualmente se incluyeron aquellos programas y proyectos que si bien no cumplían todos los requisitos anteriormente expuestos, estaban incluidos como programas y proyectos pares de Ondas dentro de la estrategia de Internacionalización y que fueron invitados a la reunión realizada en Colciencias los días 10 y 11 de Septiembre de 2009, "Formación de docentes que forman niños y jóvenes en la investigación".

**Tabla No. 5. Criterios para selección de los programas**

CATEGORÍA	DESCRIPTOR
Ámbito de implementación	Programas y proyectos que se implementen a nivel nacional
Metodología del programa o experiencia	Se establecen una serie de estrategias metodológicas en las que intervienen y participan actores como niños, jóvenes, profesores, investigadores.
Estrategia pedagógica	El programa tiene definida una estrategia pedagógica en la que intervienen niños o jóvenes, profesores, asesores.
Evaluación y seguimiento	El programa cuenta con experiencias de evaluación y/o seguimiento que se presentan como parte de la información en la red.

Sistema educativo

El programa o proyecto está vinculado al sistema educativo.

#### 4. Recolección de información en profundidad sobre programas seleccionados

La definición de los criterios anteriormente descritos, permitió la selección de 26 programas y proyectos para la búsqueda de información a profundidad (ver Tabla No. 6). Para sistematizar la información encontrada, se registró la información en la Ficha de Recolección de Información para Programas y Proyectos (Anexo 1). La fuente principal para la información fue las páginas Web de los programas y los proyectos. En algunos casos se intentó contactar a los coordinadores de los programas, sin embargo no se recibió respuesta oportuna, lo que obligó a restringir la información a la que aparecía en la Web.

Tabla No. 6. Programas y proyectos que se han caracterizado a profundidad

CONTINENTE	PAÍS	INSTITUCIÓN	NOMBRE DEL PROGRAMA
África	Sudáfrica	SAASTA -The South African Agency for Science And Technology Advancement	Science Awareness Platform
América	Argentina	Ministerio de Educación Nacional y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	Los científicos van a la escuela
América	Colombia	Universidad de los Andes - Centro de Investigación y Formación en Educación	Pequeños científicos
América	Colombia	Maloka	Red de profesores de Maloka: proyecto nodos temáticos
América	Colombia	Red Colombiana de Semilleros de Investigación RedCOLSI	Red colombiana de semilleros de investigación
América	Colombia	El Parque Explora con el apoyo de	Feria Explora

		la Secretaría de Educación del Municipio de Medellín.	
América	Colombia	Departamento Colombiano de Ciencia y Tecnología COLCIENCIAS	Programa Ondas
América	Costa Rica	Intel® Educación y Ministerio de Educación Pública	Estudiantes como científicos
América	Costa Rica	Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC Centro Nacional de Alta Tecnología-CENAT	Programa de Jóvenes Talento para el Estímulo de las Vocaciones en Ciencia, Tecnología e Innovación
América	Chile	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT	Programa Explora: proyecto "Tus competencias en ciencias"
América	Chile	Ministerio de Educación con la colaboración de la Academia de Ciencias de Chile y la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile	Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación
América	Estados Unidos	National Science Resources Center	Science and Technology for Childrens (STC)
América	Estados Unidos	Universidad de California: Lawrence Hall of Science	Full Option Science System- FOSS
América	Estados Unidos	Education Development Center	Insights
América	Panamá	SENACYT	Hagamos ciencia: Programa de enseñanza de las ciencia basada en la indagación
América	Perú	El Ministerio de Educación, a través de la DIPECUD; y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), mediante la Dirección de Ciencia y Tecnología.	Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología
América	Uruguay	Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICYT)	Programa de Popularización de la Cultura Científica
Asia	India	Department of Science &	National Children's

		Technology-Nation Council for science & Technology Communication	Science Congress
		Department of Science & Technology-Nation Council for science & Technology Communication	National Teacher's Science Congress
Europa	Alemania	Leibniz Institute for Science Education at Kiel University, the Math Department of Bayreuth University and the State Institute of School Education and Educational Research in Munich.	SINUS-Transfer
Europa	Francia	Academia de Ciencias (Francia) con el apoyo del Ministerio Nacional de Educación y de la Delegación Interministerial	La main à la pâte
Europa	Irlanda	Forfás a nombre de la Oficina de Ciencia y Tecnología del Departamento de Empresa, Comercio y Empleo del Gobierno de Irlanda	Discover Science & Engineering
Europa	Reino Unido	Department for Children, Schools and Families	Science, Technology, Engineering and Mathematics Programme (STEM)
Europa	Reino Unido	Department for Children, Schools and Families	STEMNET Clubs
Europa	Varios	Academia Francesa de las Ciencias con el apoyo de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea (Sexto Programa Marco)	Pollen Project
Oceanía	Australia	CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) y fundado por Department of Education, Employment and Workplace Relations	Scientists in School
Oceanía	Australia	Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations (DEEWR)	Primary Connections

### **Etapa 3. Análisis de la información**

En general las teorías de la planeación distinguen entre programas y proyectos, sin embargo, para el caso del estudio, se optó por mantener las denominaciones que tienen las experiencias identificadas, así que la denominación no da cuenta, necesariamente, del grado de complejidad de las mismas.

Para el análisis de la información está se clasificó en tres grandes grupos: el primero, que tiene la información general de los 163 programas y proyectos; el segundo, que tiene información detallada sobre los 26 programas y proyectos revisados a profundidad y tercero, la información sobre la evaluación.

Para el análisis del primer grupo de información se privilegiaron los siguientes descriptores (1) Continente, (2) País, (3) Programa, (4) Entidad que lo ejecuta, (5) Público al que se dirige, (6) Estrategias y (7) Si reporta o no evaluación.

Para el análisis del segundo grupo de información se privilegiaron los siguientes descriptores (1) Continente, (2) País, (3) Programa, (4) Entidad que lo ejecuta, (5) Inclusión en la política, (6) Origen del programa (7) Ámbito, (8) Público al que se dirige, (9) Materiales, (10) Inversión, (6) Estrategias, (responde a la pregunta: ¿cómo opera?), (7) Seguimiento y evaluación, (8) Metodología de la evaluación, (9) Quién realiza la evaluación, (10) Indicadores para la evaluación, (11) Resultados de la evaluación.

*Para el análisis de la información sobre evaluación se identificaron las experiencias más significativas y se recurrió a estudios de caso de las distintas perspectivas, identificando los principales aportes.*

## 2. Tendencias en los programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil

---

La metodología seguida en el desarrollo del Estado del Arte nos permite identificar algunas tendencias generales sobre los programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes. Los resultados son de tipo indicativo y de ninguna manera concluyentes, fundamentalmente porque la información a la que se tuvo acceso a través de las páginas web y es probable que no refleje aspectos conceptuales y metodológicos en profundidad de las experiencias o de los resultados que se obtienen a partir de su implementación.

Para la presentación de los resultados inicialmente se presentará una panorámica general sobre los proyectos identificados y su distribución geográfica; posteriormente se hará el análisis desde las entidades que los ejecutan y luego desde el análisis desde sus objetivos y estrategias. Para los dos últimos ítems (entidades y objetivos y estrategias) se hará una primera presentación general referida a los 163 programas y proyectos identificados para, posteriormente revisar con mayor detenimiento, los 26 para los cuales se recabó información en profundidad.

## **2.1. Programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes**

*El fomento de la ciencia y la tecnología en públicos infantiles y juveniles emerge como una de las nuevas preocupaciones en los sistemas educativos y de los organismos dedicados a la promoción de la ciencia y tecnología de los países.*

*En 40 de los 68 países seleccionados, casi el 60% de la muestra, se lograron identificar a través de la metodología planteada, programas o proyectos dirigidos de manera específica al fomento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil. La mayor parte se encuentran en América y Europa, si bien en Oceanía se identificaron 15 programas en tan sólo los dos países que se incluyeron en la selección. En el continente africano, únicamente Sudáfrica tiene una política amplia en el tema, que se refleja en la existencia de seis programas, algunos de ellos de cobertura nacional. En Asia, los países con un mayor número de los mismos son China, Israel, Japón e India.*

*Estados Unidos es el país en donde se identificó un mayor número de programas y proyectos (14), sin embargo en Europa, existen al menos 22 que son realizados en el marco de procesos colaborativos entre los países miembros de la Comunidad Europea. En América Latina, Colombia, Argentina, Chile y Brasil son los países con un mayor número de experiencias identificadas (ver Tabla No 7).*

**Tabla No. 7. Número de programas y proyectos por país y continente**

	<i>América</i>	<i>Oceanía</i>		
<i>África (8)</i>	<i>(52)</i>	<i>(15)</i>	<i>Asia (29)</i>	<i>Europa (55)</i>
<i>Sudáfrica (6)</i>	<i>Estados Unidos (14)</i>	<i>Nueva Zelanda (9)</i>	<i>India (7)</i>	<i>Reino Unido (9)</i>
<i>Egipto (1)</i>	<i>Colombia (8)</i>	<i>Australia (6)</i>	<i>China (6)</i>	<i>Irlanda (5)</i>
<i>Marruecos (1)</i>	<i>Chile (5)</i>		<i>Israel (5)</i>	<i>España (4)</i>
	<i>Argentina (5)</i>		<i>Japón (3)</i>	<i>Turquía (4)</i>
	<i>Brasil (4)</i>		<i>Hong Kong (2)</i>	<i>Azerbaiyán (2)</i>
	<i>Canadá (4)</i>		<i>Indonesia (1)</i>	<i>Portugal (2)</i>
	<i>México (3)</i>		<i>Kazajstán (1)</i>	<i>Alemania (1)</i>
	<i>Costa Rica (2)</i>		<i>Tailandia (1)</i>	<i>Bulgaria (1)</i>
	<i>Panamá (2)</i>		<i>Varios (3)</i>	<i>Francia (1)</i>
	<i>Trinidad y Tobago (2)</i>			<i>Letonia (1)</i>
	<i>Venezuela (2)</i>			<i>Lituania (1)</i>
	<i>Cuba (1)</i>			<i>Noruega (1)</i>
	<i>Guatemala (1)</i>			<i>Suecia (1)</i>
	<i>Perú (1)</i>			<i>Varios (22)</i>
	<i>Uruguay (1)</i>			
	<i>Varios (3)</i>			

## 2.2.

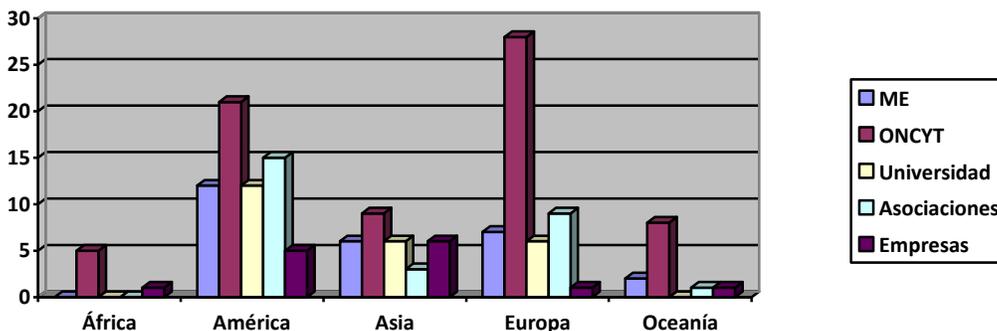
### Entidades que desarrollan los programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil

#### 2.2.1. Panorámica internacional

La mayor parte de los proyectos y programas son realizados en el marco de alianzas entre distintas entidades, si bien un elemento determinante es que, en la mayor parte de estas experiencias, los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYT) y en un segundo lugar, los Ministerios de Educación o sus equivalentes, juegan un rol determinante ya sea como promotores de la

experiencia o como instituciones que avalan o apoyan el desarrollo de los proyectos (ver Gráfico No. 2).

**Gráfico No.2. Distribución por continente y tipo de entidades vinculadas a los proyectos**



#### África:

En Sudáfrica cinco de los seis programas documentados son realizados o apoyados por el ONCYT, *South African Agency for Science and Technology Advancement*. En el caso de Marruecos y Egipto, éstos son apoyados por USAID, agencia de ayuda internacional del gobierno de los Estados Unidos.

#### Ámerica:

En general los programas y proyectos son adelantados o cuentan con el apoyo de los ONCyT, o instituciones creadas de manera específica para el fomento de la Ciencia y la Tecnología en los países, como es el caso de la *National Science Foundation* de Estados Unidos. Otro de los actores fundamentales lo constituyen las Asociaciones para el Avance de la Ciencia y las Academias de Ciencia, seguidas por los Organismos encargados de la educación pública (los

equivalentes a los ministerios) y las Universidades. Algunos proyectos reciben apoyo de las empresas privadas.

### **Asia:**

Los ONCyT, los equivalentes a los Ministerios de Educación y las Asociaciones para el Avance de la Ciencia, son las entidades que lideran el desarrollo de las estrategias en el tema para la región. En Israel, se encuentra un programa que tiene el apoyo del Ministerio de Ambiente y en la India del Ministerio de Asuntos para Jóvenes y Deportes. En algunos países, como Hong Kong, se cuenta con una importante participación de la empresa privada en el desarrollo de los programas y proyectos. IBM, Bayer e Intel, son algunas de las empresas transnacionales que desarrollan o apoyan proyectos nacionales o regionales (de varios países) para el continente.

Por otra parte se están desarrollando algunas experiencias de carácter internacional, en las que participan instituciones estatales. La Organización de Ministros de Educación del Sudoeste Asiático, promueve dos proyectos para la región, uno para la educación sobre el manejo del agua, *Habitat water* y otro para promover el involucramiento de la comunidad con la educación, *Community Involvement Programme*.

### **Europa:**

En Europa gran parte de los programas y proyectos identificados son apoyados de manera directa por los ONCyT la equivalentes en la Comisión Europea (CE). Uno de los aspectos que es importante señalar para el continente, es el gran número de éstos (22 de los 55 identificados), que son promovidos desde

la CE como experiencias en las que participan varios países y se convierten en mecanismos de intercambio cultural, científico y educativo para la región.

### **Oceanía:**

A pesar de que para Oceanía sólo se tomaron en cuenta dos países, Australia y Nueva Zelanda, en este continente vamos a encontrar 15 proyectos, en su mayoría desarrollados o apoyados, por el sector estatal a través de los ONCyT y los Ministerios de educación o equivalentes.

A continuación se presentará un análisis más detallado para el caso de los programas y proyectos para los cuales se recogió información con mayor profundidad.

#### **2.2.1. Panorámica para los programas y proyectos similares a Ondas**

Para el análisis se distinguió entre tres grandes grupos de entidades encargadas de los programas y proyectos:

- **Grupo 1:** En él están las instituciones estatales que ofrecen y son responsables de ejecutar los programas o proyectos nacionales están: Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYT), Ministerios, Secretarías, Departamentos Nacionales de Ciencia y Tecnología o Educación.
- **Grupo 2:** En él se encuentran las instituciones u organizaciones que principalmente proponen y ejecutan las iniciativas, entre ellas están:

*Fundaciones, Asociaciones de Ciencia y/o Tecnología, Academias de Ciencia, Museos, Corporaciones.*

- **Grupo 3:** *En este grupo están las instituciones que organizan u ofrecen algún programa y proyecto, en él se localizó a universidades y centros de investigación.*

*De esa manera se puede apreciar que las relaciones entre continente, país y grupo son las siguientes:*

*Africa. Sudáfrica: Grupo 1: South African Agency for Science and Technology Advancement.*

*América. Argentina: Grupo 1: Ministerio de Educación Nacional; Chile. Grupo 1: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica- CONICYT, Ministerio de Educación Nacional. Colombia: Grupo 1: Departamento Colombiano de Ciencia y Tecnología- COLCIENCIAS, Grupo 2: Fundación Red Colombiana de Semilleros de Investigación, Museo Parque Explora (Medellín), Museo Maloka, Grupo 3: Universidad de los Andes - Centro de Investigación y Formación en Educación. Costa Rica: Grupo 2: Intel® Educación, Grupo 3: Centro Nacional de Alta Tecnología. Estados Unidos: Grupo 1: National Science Resources Center, Grupo 2: Education Development Center, Grupo 3: Lawrence Hall of Science de Universidad de California. Panamá: Grupo 1: Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACyT). Perú: Grupo 1: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Uruguay. Grupo 1: Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.*

*Asia. India: Grupo 1: Department of Science & Technology.*

*Europa. Alemania: Grupo 3: Leibniz Institute for Science Education at Kiel University. Francia: Grupo 2: Academia de Ciencias de Francia. Irlanda: Grupo 1: Forfás. Reino Unido: Grupo 1: Department for Children, Schools and Families; Grupo 2: Association for Science Education (Reino Unido).*

*Oceania. Australia: Grupo 1: The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations.*

**Tabla No. 8. Programas e instituciones por tipo de grupo**

PAÍS	INSTITUCIÓN	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	NOMBRE DEL PROGRAMA
Sudáfrica	South African Agency for Science And Technology Advancement (SAASTA)	X			Science Awareness Platform (Education and Communication Units)
Argentina	Ministerio de Educación Nacional	X			Programa Alfabetización Científica- Los científicos van a la escuela
Colombia	Universidad de los Andes – Centro de Investigación y Formación en Educación			X	Pequeños científicos
Colombia	Maloka		X		Red de profesores de Maloka: proyecto nodos temáticos
Colombia	Red Colombiana de Semilleros de Investigación RedCOLSI		X		Red colombiana de semilleros de investigación
Colombia	El Parque Explora con el apoyo de la		X		Feria Explora

	Secretaría de Educación del Municipio de Medellín.				
Colombia	Departamento Colombiano de Ciencia y Tecnología COLCIENCIAS	X			Programa Ondas
Costa Rica	Intel® Educación y Ministerio de Educación Pública		X		Estudiantes como científicos
Costa Rica	Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC			X	Programa de Jóvenes Talento para el Estímulo de las Vocaciones en Ciencia, Tecnología e Innovación
Chile	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT	X			Programa Explora: proyecto "Tus competencias en ciencias"
Chile	Ministerio de Educación	X			Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación
Estados Unidos	National Science Resources Center	X			Science and Technology for Childrens (STC)
Estados Unidos	Universidad de California: Lawrence Hall of Science			X	Full Option Science System- FOSS
Estados Unidos	Education Development Center		X		Insights
Panamá	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	X			Hagamos ciencia
Perú	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), mediante la Dirección de Ciencia y Tecnología.	X			Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología
Uruguay	Ministerio de Educación y Cultura.	X			Programa de Popularización de

	Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICYT)				<i>La Cultura Científica</i>
India	Department of Science & Technology	X			<i>National Children's Science Congress National Teacher's Science Congress</i>
Alemania	Leibniz Institute for Science Education at Kiel University			X	<i>SINUS-Transfer</i>
Francia	Academia de Ciencias de Francia		X		<i>La main à la pâte</i>
Irlanda	Forfás	X			<i>Discover Science &amp; Engineering</i>
Reino Unido	Department for Children, Schools and Families	X			<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics Programme (STEM)</i>
Reino Unido	Coordinado por STEMNET		X		<i>STEMNET Clubs</i>
Varios	Iniciativa de la Academia Francesa de las Ciencias		X		<i>Pollen Project</i>
Australia	CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)	X			<i>CSIRO Education. Scientists in School</i>
Australia	Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations (DEEWR)	X			<i>Primary Connections</i>

### Grupo 1: Entidades estatales

De los 26 programas escogidos para obtener la información a profundidad, la mitad son propuestos o ejecutados por alguna entidad gubernamental. Dentro de éstas se encuentran aquellos organismos que tienen dentro de su política

nacional acciones relacionadas con el fomento a la cultura en ciencia y tecnología: los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYT), los Ministerios de Educación Nacional y los Departamentos Nacionales relacionados con temas educativos.

En Sudáfrica, Colombia, Chile, Panamá, Perú, Uruguay, India, Irlanda y Australia, los programas son propuestos, y en algunos casos ejecutados, por los ONCYT. De los trece programas localizados en este grupo, once son ejecutados desde la institución que los ofrece. Estos organismos, en su mayoría, son los responsables de apoyar diversos esfuerzos para la generación, desarrollo y promoción de la investigación, la ciencia, la tecnología y la innovación en sus países, así como generar los recursos humanos para esas áreas.

Sin embargo, es importante decir que aunque se pueden identificar algunos objetivos generales comunes, existen diferencias en cuanto a los propósitos y soporte a los programas que proponen y ejecutan; en algunos de ellos se puede detectar que el apoyo que ofrecen está ligado, en distintos niveles, a la promoción y apropiación de la ciencia y la tecnología a nivel escolar. Es así como podemos encontrar ONCYT que, dentro de sus estatutos, se incluye como objetivos de la entidad, el afianzar el trabajo educativo y no solamente los aspectos comunicativos o de promoción de la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, en Sudáfrica la SAASTA (South African Agency for Science And Technology Advancement), que es la agencia de la National Research Foundation, además de “promover la participación del público con los fenómenos de la ciencia, la ingeniería y la tecnología y comunicar los avances de éstas al público” con sus departamento de comunicación y

promoción, se ha preocupado por tener un contacto con el ámbito educativo “para preparar a los científicos y los innovadores del mañana”.

Por otra parte, también se identificaron programas ofrecidos por algunos ministerios de educación, tales como el Ministerio de Educación Nacional en Argentina y de Chile que aunque no está entre sus objetivos institucionales directos acciones ligadas al fomento de una cultura en ciencia y tecnología en niños, niñas y jóvenes, sino la de establecer la política educativa y velar por el funcionamiento del sistema educativo, actualmente están apoyando y asumiendo propuestas que persiguen y están relacionadas con dichos propósitos. Cabe resaltar que en los dos países, las iniciativas promovidas no fueron desarrolladas dentro de la institución, sino que fueron evaluadas y ofrecidas por las academias de ciencias de su país. El surgimiento de esas relaciones hace ver la intención de desarrollar esfuerzos conjuntos de la comunidad científica, con los ámbitos de producción de conocimiento científico y didáctico, con otras instituciones de la sociedad para consolidar la continuidad y enriquecer las propuestas (ver por ejemplo los casos de Argentina y Chile en la Tabla No. 9).

**Tabla No. 9. Programas y proyectos y tipo de instituciones que colaboran**

PAÍS	INSTITUCIÓN	NOMBRE DEL PROGRAMA	INSTITUCIONES CON LAS QUE SE COLABORA
Sudáfrica	South African Agency for Science And Technology Advancement (SAASTA)	Science Awareness Platform (Education and Communication Units)	La SAASTA es una agencia de la National Research Foundation (NRF)

Argentina	Ministerio de Educación Nacional	<i>Programa Alfabetización Científica- Los científicos van a la escuela</i>	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Participan Universidades, Departamentos, Consejos Regionales de Planificación de la Educación Superior e Institutos de Formación Docente
Colombia	Universidad de los Andes – Centro de Investigación y Formación en Educación	<i>Pequeños científicos</i>	Recibe apoyo del Ministerio de Educación Nacional, Secretarías de Educación Departamentales y Universidades. Alianzas en el Museo Maloka y el Liceo Francés. Materiales de National Science Resources Center de Kendall Hunt Publishing El programa ha recibido apoyo de Gas Natural, Fundación Luker, Schlumberger, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Convenio Andrés Bello, el Banco de la República, el INRP (Francia) y la Fundación Empresarios por la Educación.
Colombia	Maloka	<i>Red de profesores de Maloka: proyecto nodos temáticos</i>	Colaboración con la Secretaría de Educación de Bogotá.
Colombia	Red Colombiana de Semilleros de Investigación RedCOLSI	<i>Red colombiana de semilleros de investigación</i>	Colaboran universidades de departamentos.
Colombia	El Parque Explora con el apoyo de la Secretaría de Educación del Municipio de Medellín.	<i>Feria Explora</i>	Participación y apoyo de Secretaría de Educación de Medellín, Instituciones de Educación Básica y Media, Instituciones de Educación Superior, la Fundación Amigos del Parque Explora y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia. Asesoría

			<p>de la Fundación FERIA Nacional de Ciencia y Tecnología (FENCYT), Intel Educación- Colombia.</p> <p>También se invita a participar a: Pequeños Científicos, Maestros Amigos de Explora, Programa Ondas, Programa Computadores para Educar Instituciones Educativas con Experiencias Significativas en C&amp;T</p>
Colombia	<p>Departamento Colombiano de Ciencia y Tecnología COLCIENCIAS</p>	Programa Ondas	<p>El programa tiene alianzas con distintas instituciones de ámbito nacional y departamental del sector público y privado. Algunos son: Ministerio de Educación Nacional, Secretarías de Educación Departamentales y Municipales, Corporaciones Autónomas Regionales, Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología, Universidades públicas y privadas, Cajas de Compensación Familiar, Fundaciones.</p>
Costa Rica	Intel® Educación	Estudiantes como científicos	<p>En colaboración con el Ministerio de Educación Pública y la Universidad de Costa Rica</p>
Costa Rica	Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC	Programa de Jóvenes Talento para el Estímulo de las Vocaciones en Ciencia, Tecnología e Innovación	<p>El Laboratorio Nacional de Nanotecnología recibe el apoyo del Centro Nacional de Alta Tecnología-CENAT.</p>
Chile	Comisión Nacional de Investigación Científica y	Programa Explora: proyecto "Tus	<p>CONICYT se relaciona administrativamente con el gobierno a través del Ministerio</p>

	Tecnológica, CONICYT	competencias en ciencias''	de Educación.
Chile	Ministerio de Educación	Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación	Responsabilidad del Ministerio de Educación con la colaboración de la Academia de Ciencias de Chile, la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Uso de materiales de National Science Resources Center.
Estados Unidos	National Science Resources Center	Science and Technology for Childrens (STC)	Opera conjuntamente con el Instituto Smithsonian, la Academia Nacional de Ciencias, la Academia Nacional de Ingeniería y el Instituto de Medicina. Los materiales son publicados por Carolina Biological Supply Company.
Estados Unidos	Universidad de California: Lawrence Hall of Science	Full Option Science System-FOSS	Apoyo de la National Science Foundation y la Universidad de California en Berkeley
Estados Unidos	Education Development Center	Insights	El programa fue desarrollado por especialistas en educación en ciencias del Centro de Desarrollo en Educación y originalmente recibió fondos de la National Science Foundation. Los materiales son publicados por Kendall Hunt Publisher
Panamá	Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	Hagamos ciencia	El programa hace uso de los materiales desarrollado por el National Science Resources Center.
Perú	Ministerio de Educación	Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología	Se ejecuta a través del Ministerio de Educación y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). El programa se coordina por medio de la Oficina de

			Actualización y Fortalecimiento de las Ciencias del CONECYT.
Uruguay	Ministerio de Educación y Cultura	Programa de Popularización de la Cultura Científica	Se ejecuta por la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICYT)
India	Department of Science & Technology	National Children's Science Congress National Teacher's Science Congress	Se ejecuta por medio del Department of Science and Technology del National Council for Science and Technology. El programa también está vinculado con las Ferias INTEL de Ciencia y Tecnología que es una colaboración directa entre Intel Science Talent Discovery Fair (Intel STDF) y el Department of Science and Technology.
Alemania	Leibniz Institute for Science Education at Kiel University	SINUS-Transfer	Se ha realizado en el Leibniz Institute for Science Education en Kiel University, con la participación de Math Department of Bayreuth University and the State Institute of School Education and Educational Research in Munich. Para llevar a cabo recibe apoyo del Ministerio de Educación.
Francia	Academia de Ciencias de Francia	La main à la pâte	Se realiza en colaboración entre diversas entidades, entre las que están: el Ministerio de Educación Nacional, por medio de la Dirección de la Enseñanza Escolar Escuela, la Dirección de Tecnología la Dirección de Evaluación y Prospectiva; la Academia de Ciencias; el Instituto Nacional de Investigación Educativa; la Inspección General de Educación; y el Ministerio de Trabajo, Asuntos Sociales,

			Familia, Solidaridad y la Ciudad, por medio de la Delegación Interministerial para la Ciudad y el Desarrollo Social Urbano
Irlanda	Forfás	<i>Discover Science &amp; Engineering</i>	Es manejado por Forfás a nombre de la Oficina de Ciencia y Tecnología del Departamento de Empresa, Comercio y Empleo del gobierno de Irlanda.
Reino Unido	Department for Children, Schools and Families	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics Programme (STEM)</i>	Es coordinado desde el <i>Department for Children, Schools and Families</i> , pero las instituciones que participan en ofreciendo algún servicio son: Departamento de Educación, Departamento para el Comercio y la Industria, Departamento del Tesoro, Agencia de desarrollo para las escuelas, Consulado de Investigación Económica y Social, Royal Society, Asociación para la Educación Científica, Wellcome Trust, Fundación Gatsby Charitable, el Comité Asesor sobre Educación en Matemáticas, Fundación Nuffield, la Confederación de la Industria Británica y Foro científico del Reino Unido
Reino Unido	Coordinado por STEMNET	<i>STEMNET Clubs</i>	STEMNET es un consorcio de instituciones que ofrecen servicios y programas para el Programa STEM. Las instituciones que ofrecen el programa son: Los socios incluyen: la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia, Asociación Británica de Ciencia, Asociación de Centros de Ciencia y Discovery y la red de Centros de Aprendizaje

			<i>de Ciencias.</i>
<i>Varios</i>	<i>Iniciativa de la Academia Francesa de las Ciencias</i>	<i>Pollen Project</i>	<i>Recibe el apoyo de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea (Sexto Programa Marco)</i>
<i>Australia</i>	<i>CSIRO (The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)</i>	<i>CSIRO Education: Scientists in School</i>	<i>El programa fue fundado por Department of Education, Employment and Workplace Relations</i>
<i>Australia</i>	<i>Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations (DEEWR)</i>	<i>Primary Connections</i>	<i>Para su funcionamiento el programa cuenta con el apoyo de las instituciones: Australian Primary Principals Association, Department of Education and Children's Services, Department of Education and Training, Australian Academy of Science Department of Education Indigenous Education Consultative Body Department of Education and Early Childhood Development Department of Education and Training Department of Education and the Arts Australian Literacy Educators Association Australian Science Teachers' Association</i>

*Fuente: Elaboración propia.*

*Otras instituciones dentro de este grupo tienen que ver con las actividades que emprenden Departamentos Nacionales ligados a temas educativos. Para los programas revisados se encontró que en el Reino Unido y Australia cuentan*

con programas que son propuestos, respectivamente, por el *Department for Children, Schools and Families* y por el *Australian Government Department of Education, Employment and Workplace Relations*, pero se logró observar que éstas iniciativas son diseñadas, apoyadas y financiadas por las instituciones y que para su operación y ejecución requieren la generación de alianzas con otras organizaciones.

### **Grupo 2: Fundaciones, asociaciones de ciencia y/o tecnología, academias de ciencia, museos, corporaciones**

De los veintiséis programas revisados, nueve son identificados dentro del grupo 2. Dentro de él podemos identificar cinco tipos de instituciones: fundaciones, asociaciones, academias, museos o corporaciones.

Sobre los programas apoyados por corporaciones se detectaron iniciativas en Costa Rica, Estados Unidos y Reino Unido. En el primero ha cobrado mucha importancia lo propuesto por la corporación Intel que en su parte educativa planea como objetivo primordial el desarrollo, asesoría y capacitación para que se lleven a cabo las Ferias Nacionales de Ciencia y Tecnología en el país. En Estados Unidos juega un papel importante el programa *Insights* que es desarrollado por el *Education Development Center*, pero su publicación y distribución son realizadas por la corporación *Kendall Hunt Publisher*. En el Reino Unido ha sido importante la participación de diversas empresas para que funcione el programa *Stemnet Clubs*.

Por otra parte, la participación de los museos se puede detectar para el caso de Colombia en donde se encuentran dos proyectos en el Museo Maloka y en El Parque Explora de la ciudad de Medellín. Es de llamar la atención que estas dos instituciones están trabajando con propuestas en donde llevan a cabo

la formación de docentes y niños para fomentar una cultura en ciencia y tecnología.

Dentro del trabajo desarrollado por las academias de ciencia fue posible detectar dos programas que se han realizado en Francia y en Estados Unidos. Para el primer país ha sido importante el trabajo de la Academia Francesa de Ciencias que colabora con la puesta en marcha, junto con varias instituciones gubernamentales, del programa *La main à la pâte* y del proyecto europeo *Pollen*. Por su parte, el *National Science Resources Center* coordinado y sustentado por academias de ciencias en Estados Unidos, ha desarrollado el programa *Science and Technology for Childrens* en donde también participan empresas para generación de los materiales que elaboran. Como elemento importante se debe mencionar que estas iniciativas surgieron dentro del ámbito académico (academias de ciencia, ingeniería) y se fueron incorporando en el sistema educativo de sus países.

Para el tipo de programas relacionado con asociaciones y fundaciones, se detectaron dos programas. Uno de ellos en Colombia que fue creado por la Fundación Red Colombiana de Semilleros de Investigación (*RedColsi*) que tiene como objetivo el desarrollar la gestión de recursos para invertir en procesos formativos y de desarrollo de los estudiantes organizados en semilleros de investigación. El otro es *Stemnet Clubs* en el que participan las asociaciones británicas de ciencia y de centros de ciencia.

### **Grupo 3: Universidades y centros de investigación**

En el tercer grupo se encuentran las universidades y centros de investigación que apoyan programas que tienen como propósito el fomento de una cultura

en ciencia y tecnología ya sea en aspectos como el estímulo de vocaciones en ciencia y tecnología o la mejora de la enseñanza de las ciencias. Entre ellas están la Universidad de Andes, por medio del Centro de Investigación y Formación en Educación, en Colombia, el Laboratorio Nacional de Nanotecnología en Costa Rica, la Universidad de California en Estados Unidos y el Instituto Leibnitz para la Educación de las Ciencia de la Universidad de Kiel en Alemania. Como elemento importante que se puede mencionar es que algunas de las propuestas de las universidades y centros de investigación han sido asumidas o apoyadas por alguna entidad gubernamental.

## **2.3. Objetivos y estrategias metodológicas de los programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en los niños, niñas y jóvenes**

### **2.3.1 Panorámica Internacional**

A continuación se presentan una revisión general de los objetivos y estrategias metodológicas de los 163 programas identificados a nivel mundial. Para hacerlo los programas y proyectos se han organizado en tres grandes grupos:

- (1) los que trabajan de manera directa con las instituciones escolares (instituciones educativas, maestros, estudiantes, e incluso, a los directivos docentes),
- (2) los que si bien, están dirigidos a público escolar, su ejecución no pasa por las instituciones educativas y
- (3) los que están dirigidos a niños, niñas y jóvenes en contextos de educación no formal.

*Esta organización intenta identificar los programas y proyectos en función a un análisis conjunto de los objetivos y las estrategias, más que enfocarse en categorizaciones que privilegien alguno de esos dos tópicos. El énfasis puesto en los objetivos corre el riesgo de equiparar programas con estrategias muy disímiles pero que tienen objetivos comunes. Algo similar sucede con las categorías realizadas a partir de las estrategias en donde una misma estrategia puede ser utilizada de manera distinta a partir de los objetivos propuestos: por ejemplo, las exposiciones museográficas pueden obedecer a objetivos distintos y, dependiendo de éstos, establecer procesos de relación con su público muy diferentes. Con la organización propuesta, es posible que encontremos una misma estrategia ubicada en distintas categorías, en función a su objetivo e intencionalidad.*

#### **2.3.1.1. Programas y proyectos que trabajan de manera directa con las instituciones escolares (instituciones educativas, maestros, estudiantes)**

*Sus objetivos pueden ser variados: fomentar las vocaciones científicas, incluyendo las en ingenierías, vincular las instituciones de educación superior con la comunidad, mejorar la calidad educativa y la calidad de la educación científica, divulgar la ciencia y la tecnología, formar ciudadanos “alfabetizados científicamente”, desarrollar competencias científicas y tecnológicas, o formar para el trabajo. Las estrategias que desarrollan dependen de los objetivos que se persigan, así, los programas comprometidos con el mejoramiento de la calidad de la educación en ciencias y tecnología, pueden desarrollar procesos complejos que involucren la producción de*

materiales, estrategias a largo plazo en la formación de maestros e intervenciones continuadas en las Instituciones Educativas.

En el ámbito europeo y en Estados Unidos, es común encontrar programas que apuntan al desarrollo de las competencias científicas y matemáticas, lo cual se atribuye a la influencia que tienen el trabajo adelantado por UNESCO y la OCDE en el posicionamiento de esta perspectiva educativa. En Alemania, el programa SINUS Transfer, utiliza los resultados arrojados por TIMSS como un referente en su implementación. En Estados Unidos, varios de los programas estudiados (FOSS, Insights y STC), producen los materiales basados en los estándares nacionales de desarrollo de competencias.

Por otra parte, a pesar de que los programas y proyectos tienen como público primario los niños, niñas y jóvenes, se encuentra en los ubicados en esta categoría una importancia cada vez más grande hacia los programas enfocados a la formación de maestros volviéndose este tema un centro importante de la actividad.

Algunos tipos de programas y proyectos incluidos en esta categoría:

#### **i. Programas y proyectos que promueven un intercambio entre los científicos y la escuela**

Varios de los programas y proyectos identificados, promueven la relación de los científicos con las instituciones educativas. El tipo de interacción puede variar desde visitas esporádicas en donde los científicos dan conferencias

sobre temas científicos, o se realizan talleres organizados por estudiantes universitarios en temas de ciencias, hasta procesos más complejos en los que se espera que los científicos acompañen a los docentes en las aulas, los asesoren y lo actualicen en ciencias naturales. Algunos ejemplos de estos proyectos: El Programa australiano, *CSIRO Scientists in Schools*, actualmente vincula a más de 1000 investigadores docentes en actividades que incluyen presentaciones y demostraciones en ciencias, desarrollo de proyectos, excursiones, asesorías y trabajos a distancia y creación de tecnología. En el Reino Unido, *Science and Engineering Ambassador Programme*, organiza grupos de voluntarios interesados en Ciencia, Ingeniería y Matemáticas para el trabajo con las escuelas, los maestros y los estudiantes con el fin de estimular e inspirar el trabajo en estas áreas y establecer vínculos con el mundo del trabajo y las industrias. El *Proyecto Pecera*, de Chile promueve como resultado de la interacción entre los científicos y los maestros, proyectos de planeación curricular y creación de materiales educativos.

Otra variante de este tipo de estrategias, la constituye la visita de los docentes y los estudiantes de educación básica y media, a las universidades y centros de investigación, ya sea para conocer los proyectos de investigación que se ha adelantado o a recibir información, talleres, charlas informativas.

En Israel el *Women Scientists of Today and Tomorrow: Webmentoring Project*, promueve el contacto a través de Internet entre las estudiantes y científicas, como una forma de favorecer la elección de carreras en ciencias de las mujeres.

## ii. Programas que desarrollan la metodología ECBI

La propuesta del uso de la estrategia de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI, IBSE en inglés) ha ido creciendo considerablemente en los últimos años. Las primeras aproximaciones de este enfoque surgen en Estados Unidos en la década de los 80 (Programa Insights) y posteriormente han sido adoptados en varios países. Desde 1996, Francia es uno de los más grandes impulsores de la estrategia, con su programa *La main à la pâte*, (LAMAP) y ha jugado un papel muy importante en la expansión y transferencia de su programa a otros países. Actualmente el programa se ha desarrollado en casi 30 países, como Suecia, China, Australia, Namibia. En América Latina ha sido adaptado en Colombia, Panamá, Chile, México, Venezuela, Brasil y Argentina.

El enfoque de ECBI, parte de la idea que la mejor forma de que los niños y jóvenes comprendan la ciencia es haciendo ciencia. A diferencia de otros enfoques en donde se centran en la transmisión de los productos del quehacer científico (hechos, teorías), este enfoque parte de la idea que el proceso de enseñanza aprendizaje debe basarse en el desarrollo de experiencias que le permitan a los estudiantes utilizar la metodología científica para resolver problemas de base científica, permitiendo que se enfrenten a los mismos problemas y retos que tiene el científico cuando desarrolla sus investigaciones.

Las metodologías ECBI implican procesos de formación de docentes a largo plazo, desarrollo de materiales (kits) específicos –libros de textos, materiales de laboratorio- visitas y acompañamiento al salón de clase.

La metodología se adapta a condiciones específicas de los países, por ejemplo, *Discovery Sensors* (en Irlanda), a pesar de inscribirse en este tipo de

actividades, promueve el desarrollo de proyectos de investigación en los jóvenes, a partir de dotar a las instituciones de sensores electrónicos y propuestas de trabajo para su uso.

### iii. Fomento de la investigación en niños, niñas y jóvenes

Otro tipo de programas y proyectos son los que promueven la realización de investigaciones o de desarrollos tecnológicos en niños, niñas y jóvenes.

A diferencia de los proyectos ECBI, en estos programas el desarrollo de las investigaciones no forma parte necesariamente de un currículo de enseñanza de la ciencia en las instituciones educativas y los estudiantes cuentan con una mayor libertad en el diseño de sus proyectos investigativos.

Encontramos distintas variantes de este tipo de programas, que dependen del tipo de autonomía que se da a los jóvenes en la selección de los problemas y métodos investigativos.

Un tipo de programas, son aquellos que favorecen la vinculación de los jóvenes a proyectos de investigación científica que se adelantan en las universidades o centros de investigación. Por ejemplo, el programa *Ocupação Científica de Jovens nas Férias de Ciência Viva*, Portugal, promueve la vinculación de los jóvenes a éstos procesos durante la época de vacaciones.

Otro tipo de programas son los que promueven el desarrollo de investigaciones sobre temas determinados, por ejemplo el Proyecto MEAL *Multinational education Project of marine bio-invasions in the Eastern Mediterranean Sea*, que involucra a los estudiantes de secundaria de Grecia, Chipre, e Israel en un estudio cooperativo de la contaminación biológica y sus efectos sobre el

ecosistema mediterráneo; el EMAP, *Environmental Monitoring and Action Project*, de Nueva Zelanda, en donde se fomenta el desarrollo de investigaciones sobre monitoreo ambiental que involucren no solo a los estudiantes y docentes sino también a los padres de familia.

Finalmente, se encuentran programas que ofrecen un mayor grado de independencia en la selección de los problemas y métodos investigativos, favoreciendo el desarrollo de investigaciones y/o desarrollos tecnológicos por los estudiantes. Dentro de este grupo podemos incluir el Programa Ondas de Colombia, que tiene como centro el acompañamiento a grupos de estudiantes y a sus maestros, para el desarrollo de procesos investigativos derivados de preguntas que son formuladas por ellos mismos y que se relacionan con sus contextos; *The young researchers "Arrow" program*, de Israel, que promueve el desarrollo de investigaciones propuestas por los estudiantes en los laboratorios del Instituto Weizmann; o el *BAYERBoost* de Nueva Zelanda que entrega fondos para realizar trabajos de investigación durante un período de seis a doce semanas, bajo la dirección de sus organizaciones designadas. A excepción de Ondas, la cobertura de estos programas es bastante limitada, debido a las características mismas de su enfoque.

Otro tipo de experiencias que se pueden incluir dentro de este grupo son los Congresos y Ferias de Ciencia y Tecnología Nacionales Escolares, que tienen estrategias para apoyar a los equipos de estudiantes en el desarrollo de sus proyectos. Entre estos se encuentran el *National Children's Science Congress*, en la India, el *BP Challenge* en Nueva Zelanda, que vincula estudiantes en el desarrollo de proyectos que resuelvan problemas de base tecnológica,

utilizando objetos de uso cotidiano como periódico, cintas y cuerdas, y algunas de las ferias de ciencia promovidas por Intel en distintos países.

### **2.3.1.2. Programas y proyectos que se dirigen al público escolar pero cuya ejecución no pasa por las instituciones educativas**

Dentro de este grupo se incluyen programas y proyectos dirigidos de manera específica a la población escolar y cuya ejecución no requiere procesos de planeación y trabajo conjunto con las instituciones educativas y sus maestros. Estos programas aparecen como un universo de ofertas para los maestros, escuelas y estudiantes, quienes son los que definen las formas de uso y el grado de involucramiento con las experiencias.

#### **i. Programas y proyectos que promueven actividades científicas infantiles y juveniles extraescolares**

Se incluyen aquí actividades como campamentos, talleres de verano, actividades lúdicas y recreativas (por ejemplo el Programa de Actividades Científicas Infantiles y Juveniles de ACAC, Colombia); las actividades que ofrece el Centro Noruego de Educación Relacionada con el Espacio, que incluye seminarios y conferencias en todos los niveles de la educación en temas relacionados con el espacio, la tecnología espacial, la física espacial, la atmósfera y el medio ambiente y ejecuta el Campamento Espacial Europeo; los programas After School en Estados Unidos; las Ferias de Ciencia y Tecnología pensadas como vitrinas para que los estudiantes muestren sus proyectos, pero que no desarrollan estrategias de acompañamiento a su desarrollo (por ejemplo, Ciencia en Acción, de la Comunidad Europea); las Olimpiadas de Ciencia y Matemáticas y Programas de premios para los estudiantes, por

proyectos escolares, como los ofrecidos por el Programa CREST – CREativity in Science and Technology o el Premio BHP Billiton Science, ambos de Australia.

## ii. Programas y proyectos dedicados a la producción de materiales educativos

Otro tipo de programas son los dedicados a la producción de recursos educativos ya sea a través de materiales impresos o multimedia (programas televisivos o de Internet). Algunos ejemplos de proyectos son, el Volvo Project, de la Comunidad Europea, una red de profesores de biología y especialistas de diez países, reunidos con el objetivo de proveer a los profesores de biología de escuela secundaria, protocolos de laboratorio probados, simulaciones, actividades de clase y otros recursos educativos; Science Is, de Nueva Zelanda un sitio web que fue creado para ayudar a docentes de primaria y secundaria a entender e integrar el sentido de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo de las competencias y actitudes científicas, encaminado a desarrollar el Plan de Estudios de este país.

## iii. Exhibiciones para estudiantes y maestros

Por otra parte, se identificaron programas dirigidos a adecuar las exhibiciones de los museos de manera que respondan a los objetivos curriculares, como son WS de Irlanda y el proyecto PENCIL, de la Comunidad Europea. Este último surge con el fin de combinar los programas de investigación académica y la identificación de formas de transformar las actividades informales para la enseñanza de las ciencias. Catorce centros de ciencias (museos) han creado mini-redes con participación de escuelas,

alumnos, asociaciones de profesores, laboratorios de investigación, autoridades educativas y especialistas en comunicación de la ciencia para ejecutar "proyectos piloto" en nuevas formas de llevar a cabo la enseñanza de las ciencias. El proyecto *Learning Experiences Outside The Classroom*, de Nueva Zelanda, un proyecto de apoyo al plan de estudios del Ministerio de Educación que contribuye al desarrollo del plan de estudios y a los vínculos de la escuela con otros programas, tales como zoológicos, museos, parques históricos, galerías de arte, centros de artes escénicas, y centros de ciencia.

#### iv. Programas centrados en la formación de maestros

Finalmente, se incluye en esta categoría programas y proyectos dirigidos de manera específica a los docentes y con los que se espera impactar en la enseñanza de las ciencias. El *Congreso científico de maestros*, en la India, diseñado para que los docentes presenten sus metodologías para la enseñanza de la ciencia. O el *Centres for Research in Youth, Science Teaching and Learning Program, Crystal*, de Canadá. Este programa, actualmente suspendido, ha establecido centros con la cooperación entre investigadores de la educación de las ciencias, las matemáticas y la ingeniería, los profesores de ciencias y las comunidades. En conjunto, el grupo desarrolla un programa para la investigación interdisciplinaria que cumpla con el objetivo de aumentar la comprensión de las competencias y los recursos necesarios para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas.

### **2.3.1.3. Programas y proyectos dirigidos a público infantil y juvenil, desde espacios de educación no formal**

*Dentro de esta categoría se incluyen programas y proyectos dirigidos a niños y jóvenes, pero que no se relacionan de manera directa con las instituciones educativas.*

*Estos programas incluyen las Exposiciones de los museos, materiales divulgativos o programas específicos para la formación de ciudadanía. Una experiencia interesante la ofrece el programa Audiencia Pública de Barcelona, España, donde los jóvenes participan y hacen aportes a temas sensibles para la ciudadanía 2005-2006, se centró en ciencia y tecnología.*

*En general encontramos que los programas se ubican en los dos primeros grupos, los que son ejecutados de manera directa en las instituciones educativas y los que si bien no se ejecutan de manera directa en las IE, tienen como público a los maestros y estudiantes. Cuando hablamos de programas nacionales para el fomento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil, la institución educativa, entendida en un sentido amplio, es el espacio privilegiado para el desarrollo de las actividades.*

*Una de las conclusiones que se puede extraer del análisis del conjunto de programas y proyectos dirigidos a fortalecer la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil, es la tendencia a que los espacios tradicionalmente concebidos como de "popularización" de la ciencia (exposiciones, publicaciones, ferias, etc.), incluyan actividades dirigidas de manera directa al público educativo e incorporen, por tanto, algunos de los objetivos del ámbito de la educación formal. Las visiones tradicionales de la*

popularización de la ciencia, herederas de un modelo de déficit simple de la comunicación, en las que se entendía como estrategias dirigidas al acercamiento lúdico a la ciencia y a la tecnología (dejando como contraparte la idea que la ciencia escolar era, por oposición, aburrida), ha ido cediendo ante discusiones propias de la enseñanza de la ciencia y, también, ante el reconocimiento, de que gran parte del público que tienen los programas de popularización es el escolar.

Encontramos que, en términos generales, los programas para el fomento de la ciencia y la tecnología en el público infantil y juvenil, van a incorporar un modelo de déficit complejo, caracterizado por el reconocimiento de la importancia del desarrollo de una cultura científica y tecnológica en los distintos ámbitos de la vida de los individuos; por la necesidad de asegurar una comprensión no sólo de los resultados de la ciencia, sino también de cómo opera y se produce esta; y una reevaluación de las relaciones entre la comunicación de la ciencia y los procesos de educación no formal.

La incorporación de modelos democráticos de comunicación se hicieron menos evidentes, si bien se encontraron algunos programas y proyectos que apuntan claramente en esta línea (por ejemplo Audiencia Pública de Barcelona y algunos programas que promueven procesos de investigación centrados en la resolución de problemas contextuales, como Ondas).

A continuación se presentará un análisis más detallado para el caso de los 26 programas y proyectos para los cuales se recogió información con mayor profundidad.

### **2.3.2. Panorámica de los programas y proyectos similares a Ondas**

Dados los criterios para la selección de estos programas, vamos a encontrar que todos los seleccionados se ubican dentro de la categoría de los que en su implementación trabajan de manera directa con las instituciones educativas. En ellos se encontró una variedad de conceptos y objetivos que giran en los ámbitos de la apropiación, alfabetización, comprensión pública, comunicación, y popularización de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, se pueden encontrar y agrupar algunas estrategias que se comparten y que reflejan las tendencias que se desarrollan en este tipo de programas.

*Colaboración y articulación.* Para la mayoría de los proyectos es importante contribuir al diseño de estrategias de educación, comprensión y comunicación de la ciencia para favorecer al cambio y la innovación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en algunos casos utilizando un enfoque fundamentado en la investigación o la indagación, para que, incluso, éste aporte a la construcción de una cultura en ciencia y tecnología y aumento de capacidades e impacto en la definición de la política. También se proponen que estas estrategias pueden aumentar la colaboración y articulación de las escuelas, el público en general, las instituciones científicas y tecnológicas, y las industrias para consolidar la participación de todos los sectores de la sociedad, en el estímulo de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil.

*La formación de maestros.* Como elemento importante a mencionar es que para que se cumplan los propósitos anteriores se detectó que la mayoría de los programas y proyectos conciben como elemento importante el mejorar la

formación docente, a través de la presencia en las escuelas, para fortalecer la experiencia de los maestros con el objeto de que promuevan en sus estudiantes el interés hacia la investigación, la indagación, experimentación y la argumentación. Incluso, algunos de ellos, se han fijado como meta principal el dotar a todos los maestros con un programa en ciencias completo, flexible y fácil de usar, incluyendo aprendizaje colaborativo, discurso de los estudiantes y evaluación y uso de metodologías instructivas efectivas, incluyendo aprendizaje activo práctico, indagación, integración de disciplinas y contenidos de áreas. Para ello, todos los programas revisados diseñan, producen y/o distribuir materiales pedagógicos, tanto físicos o virtuales, que apoyen sus propuestas con el fin de desarrollar y ejecutar estrategias de formación dirigidas a los niños, niñas y jóvenes, maestros y asesores.

*Motivación hacia los niños, niñas y jóvenes.* Otro elemento que se pudo detectar el es que hace referencia a uno de los impactos de los programas y proyectos. Sobre ese aspecto se encontró que con mucha frecuencia se hace referencia a que éstos son:

- Promover una actitud positiva hacia las carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para motivar a los jóvenes a seguir carreras innovativas, identificando y cultivando su talento para aumentar el número de estudiantes que estudian esas áreas.
- Estimular el interés por las disciplinas científicas (incentivar vocaciones) a partir de entender qué significa hacer ciencia y hacer

matemáticas y cuál es su utilidad e importancia en la formación ciudadana.

- Facilitar en los niños y niñas y jóvenes un proceso de descubrimiento de aquellas capacidades que puedan potenciar y de limitaciones que puedan superar, en el ámbito del quehacer científico, tecnológico y de innovación.
- Profundizar el conocimiento en áreas científicas para lograr aprendizaje.
- Apoyar a los niños de todo el país a visualizar el futuro de la nación y ayudar a construir generaciones sensibles y ciudadanos responsables.
- Promover el proceso de generación de conocimiento entre los y las jóvenes de las instituciones educativas mediante la construcción de algunos espacios (Clubes de ciencia, Ferias de Ciencia y Tecnología).
- Mejorar el rendimiento en los alumnos en las actividades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

*Comprensión de la ciencia y la tecnología.* Este aspecto es visto de manera distinta dentro de cada programa y proyecto, pero se detectan elementos frecuentes que vale la pena mencionar. Se percibe que en la mayoría de los programas y proyectos se intenta fomentar en los estudiantes una actitud diferente hacia las ciencias (desmitificarla), crear una conciencia acerca de las posibilidades que brindan la ciencia y la tecnología para el estudio, solución o replanteamiento de situaciones problemáticas de nuestra sociedad, estimular el temperamento científico y el aprendizaje de metodologías

científicas, o hacer sentir que la ciencia está alrededor y que se puede obtener conocimiento y resolver muchos problemas relacionados con los procesos de aprendizaje del ambiente social y natural. Basados en eso, se encuentran algunos referentes sobre los que se considera generan los programas en los niños, niñas y jóvenes. Es común encontrar que algunos de ellos mencionan que estimulan el espíritu científico, a través de la realización de investigaciones, entendido a éste como el desarrollo de habilidades, aptitudes creativas, destrezas o competencias científicas y tecnológicas y valores ciudadanos que ayuden a vincularlos con el mundo científico, con la tecnología y la innovación.

Por otro lado, otros afirman que para lograr esa comprensión de la ciencia y la tecnología es necesario fomentar la generación de un pensamiento crítico que logre consolidar una actitud científica basada en las necesidades socioculturales y ambientales que son propias de su región y del país, o aumentar las capacidades de ese pensamiento con una variedad de actividades como la observación, la medición, la identificación de propiedades, y en experimentos controlados sobre la vida, la tierra y conceptos de las ciencias físicas. Sin embargo se puede afirmar que la mayoría de ellos consideran que los estudiantes aprenden ciencia “haciendo” y que para ello se les involucra en actividades investigativas.

*Divulgación y popularización de la ciencia y la tecnología.* Uno de los rasgos encontrados fue que la mayoría de los programas y proyectos fomentan la creación de eventos o espacios para que los niños, niñas y jóvenes puedan interactuar y den a conocer sus trabajos realizados. Con ellos se intenta

fomentar una instancia de divulgación y popularización de los hallazgos hacia la comunidad y generar un ambiente apropiado para la divulgación de los conocimientos científicos y tecnológicos que se producen a partir de los proyectos de investigación de los estudiantes mediante la realización de foros o Ferias de Ciencia y Tecnología.

### **2.3.2.1. Programas que promueven un intercambio entre los científicos y la escuela**

Dentro de este grupo se ubican los programas *Los científicos van a la escuela* del Programa Alfabetización Científica de Argentina y *Scientists in School* de CSIRO Education de Australia. Sus propósitos son promover una mayor articulación entre las escuelas y las instituciones científicas y tecnológicas, mejorar la formación de docentes a través de la presencia en las escuelas de los científicos, fortalecer la experiencia de maestros con el objeto de promover en los estudiantes la indagación, experimentación y la argumentación, motivar a los estudiantes en su aprendizaje de la ciencia y crear vocaciones hacia la ciencia y la tecnología.

El científico cumple un papel de asesor y orientador, tanto para el maestro y como para los niños, con respecto a diversas nociones científicas y su enseñanza. Dentro de las actividades que éstos desarrollan en la escuela se incluye presentaciones y demostraciones, excursiones, asesorías y trabajos a distancia, diseño e implementaciones de proyectos de indagación científica de carácter curricular, creación de campañas que tengan una injerencia directa en las aulas, participación en las Ferias de Ciencia y Tecnología, y popularización de las ciencias. También, el científico puede ayudar en la planificación y diseño de estrategias y unidades didácticas relacionadas con

el currículum escolar u observar alguna clase del maestro con el fin de mejorarla.

Uno de los propósitos principales de estos programas es mejorar la participación del maestro en el salón de clase a través de las asesorías que brinda el científico. El científico transmite los conceptos, modelos e ideas acerca del mundo natural y la manera de investigarlo.

### **2.3.2.2. Programas que desarrollan la metodología ECBI**

Otro tipo de programas son aquellos que surgieron como iniciativas en la década de los 90 y fueron propuestos y sustentados en la participación de centros dedicados a estimular la educación científica (por ejemplo, el *National Science Resources Center* en Estados Unidos), academias de ciencias en el mundo (*Academia Francesa de Ciencias* o *Academia de Ciencias de Chile*) y universidades (*Lawrence Hall of Science* de la Universidad de California). Dichos programas, denominados *Programas de la Ciencia Basados por Indagación*, tienen un rol importante y han logrado aceptación, apoyo e incorporación -en algunos países- en su sistema educativo. Los programas revisados para este trabajo son: *Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación* (Chile), *Science and Technology for Childrens* (STC), *Full Option Science System* (FOOS), *Insights* (Estados Unidos) *Hagamos ciencia* (Panamá), *La main à la pâte* (Francia), *Pollen Project* (algunos países de la comunidad europea<sup>7</sup>) y *Primary Connections* (Australia). Para Colombia se

---

<sup>7</sup> El programa se está llevando a cabo en Bruselas (Bélgica), Tartu (Estonia), Saint-Etienne (Francia) Berlín (Alemania), Perugia (Italia), Ámsterdam (Holanda), Loures (Portugal), Girona (España), Estocolmo (Suecia), Leicester (UK), Vac (Hungría), Ljubljana (Eslovenia).

incluyó el *Programa Pequeños Científicos*, coordinado por la Universidad de los Andes. Sin embargo, una característica de este programa es que no ha sido incorporado completamente al sistema educativo como sí sucede con los inicialmente mencionados.

Muchos de los objetivos de estos programas coinciden en que es importante la renovación de la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las escuelas primarias para promover la educación basada en un proceso de investigación científica, además de lograr que los niños, niñas y maestros y maestras puedan generar sus propias explicaciones sobre los fenómenos y problemáticas planteadas. Se considera que los estudiantes aprenden ciencia “al hacerla” y que para ello se les involucra en actividades investigativas usando materiales que usan diario, además de equipamientos básicos de ciencia (por ejemplo, guías y kits de materiales entregados por los programas). Otros objetivos son:

- Lograr la transformación de las escuelas para que se conviertan en centros de promoción, divulgación y valoración de la ciencia. De esa manera se puede hacer de la ciencia una actividad más agradable y próxima a todos los miembros de la comunidad.
- Articular a personas e instituciones de la comunidad para que aporten los conocimientos en el ámbito de la didáctica y de la ciencia.

Como rasgo importante se debe mencionar que los programas presentan una diversidad de conceptos cuando se refieren al logro principal del programa. Por ejemplo, para *Pequeños científicos* consiste en aumentar en niños, niñas y jóvenes el espíritu científico, las habilidades de comunicación oral y escrita, el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas, y valores

ciudadanos. Para *Science and Technology for Childrens (SCT)* es aumentar las capacidades de pensamiento crítico de los estudiantes participando en una variedad de actividades como la observación, la medición, la identificación de propiedades, y en experimentos controlados sobre la vida, la tierra y conceptos de las ciencias físicas. Para *Full Option Science System (FOSS)* es generar una comprensión de la ciencia ofreciendo a todos los estudiantes experiencias científicas que sean apropiadas para sus etapas de desarrollo cognitivo y sirvan como base para ideas más avanzadas que los preparen para la vida en un mundo científico y tecnológico complejo. Para el *Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación* es que los niños, guiados por sus maestros y maestras, tengan la oportunidad de experimentar el placer de investigar y descubrir, que se apropien de las formas de pensamiento que subyacen a la búsqueda científica y desarrollen formas de convivencia que estimulan la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el respeto por las ideas del otro. Y para *Hagamos ciencia de Panamá* es fomentar en los estudiantes una actitud diferente hacia las ciencias, profundizar el conocimiento en áreas científicas y lograr aprendizajes.

Para cumplir con dichos objetivos, la mayoría de esos programas usan, bajo un enfoque que han denominado *sistémico*, diversas estrategias o componentes entre las que se encuentran:

Una componente curricular en donde se desarrollan y adaptan materiales para uso en clase. Muchos programas usan unidades didácticas desarrolladas en Estados Unidos por el *National Science Resources Center (NSRC)* y editadas como materiales en el *Science and Technology for Childrens o Insights*. Sin

embargo, es importante reconocer que algunos de ellos, caso de los programas en Francia o Chile, han elaborado sus propios materiales lo cual les ha permitido tener una relación amplia con el sistema educativo de su país.

Una componente de desarrollo profesional en donde se establecen los talleres y encuentros de desarrollo profesional para los diversos actores que participan en el programa. Entre ellos se ofrecen talleres de capacitación inicial, profundización y de educación continua para maestros y monitores, acompañamiento en el salón de clase, procesos de desarrollo curricular, intercambios de experiencias en congresos de docentes y congresos de monitores.

Una componente sobre el uso de materiales que consiste en asegurar con el uso de los materiales (módulos) y kits en el salón de clase, la correcta implementación del enfoque pedagógico.

Otra componente se refiere a realizar esfuerzos para involucrar la participación la comunidad, tanto de la escuela como fuera de ella. Se generan dinámicas para que científicos de distintas disciplinas y universidades participen y conozcan a los niños y sus profesores.

Dentro de la mayoría de este tipo de programas y proyectos, la investigación es entendida como un proceso que se encuentra entre una indagación estructurada y una guiada. En la primera, el estudiante no sabe qué resultados esperar y los procedimientos, las actividades y materiales son otorgados con una estructura, en donde los estudiantes pueden descubrir relaciones y hacer generalizaciones a partir de los datos recolectados. En la segunda, al estudiante se le da un problema para investigar, pero desarrolla

los procedimientos y métodos para descubrir conceptos y principios. Se considera que, para el caso de los niños que participan en este tipo de programas, resulta fundamental guiar los procesos con miras a lograr avances rápidos en la comprensión de los aspectos fundamentales del mundo permitiéndole recorrer, de alguna forma, una parte del camino que ha recorrido el mundo científico en un tiempo razonable. De esa manera, en estos programas la indagación es vista como una serie de procesos interrelacionados en los cuales los profesores, científicos y estudiantes proponen preguntas sobre el mundo natural e investigan fenómenos. Haciendo eso, los estudiantes adquieren conocimiento y desarrollan un rico entendimiento de conceptos, principios, modelos, y teorías. Los estudiantes aprenden ciencia en formas que reflejan “la manera en la cual la ciencia y el científico trabajan actualmente”.

Dentro del enfoque planteado y adaptado por la mayoría de los programas, aunque entre ellos existen diferencias que se verán más adelante, el docente debe proponer, a partir de una cuestión de los estudiantes (pero no siempre es así), las situaciones para comenzar con una investigación o indagación. Él debe guiar a los estudiantes y discutir con ellos los diversos puntos de vista, poniendo atención en el manejo del lenguaje, y también debe proponer las conclusiones válidas de los resultados, establecer el punto de referencia respecto al conocimiento científico y vigilar que el aprendizaje sea incremental.

El enfoque pedagógico seguido, principalmente por *La main à la pâte* de Francia, *Pequeños científicos* de Colombia y el proyecto europeo *Pollen*, está

constituido por diez principios, en los cuales intervienen las componentes mencionadas anteriormente. Los primeros seis de los diez principios se establecieron para trabajar el proceso de indagación con los niños y los cuatro restantes para que la participación de las comunidades. Es así que se tiene:

1. Los niños observan un objeto o un fenómeno del mundo real, cercano y sensible y experimentan sobre él.
2. En el curso de sus investigaciones, los niños argumentan y razonan, exponen y discuten sus ideas y resultados, construyen sus conocimientos, ya que una actividad puramente manual no basta.
3. Las actividades propuestas a los alumnos por el maestro están organizadas en secuencias con miras a una progresión de los aprendizajes. Reflejan programas y dejan una amplia participación a la autonomía de los alumnos.
4. Un tiempo mínimo de dos horas por semana está dedicado a un mismo tema durante varias semanas. Se garantiza una continuidad de las actividades y los métodos pedagógicos sobre el conjunto de la escolaridad.
5. Los niños llevan cada uno un cuaderno de experiencias con sus propias palabras.
6. El objetivo mayor es una apropiación progresiva, por los alumnos, de conceptos científicos y de técnicas operativas, acompañada por una consolidación de la expresión escrita y oral.

7. Tanto las familias, como a veces, el barrio son solicitados para el trabajo realizado en clase.
8. Localmente, algunos colaboradores científicos (universitarios, grandes escuelas) acompañan el trabajo de la clase poniendo a disposición sus habilidades.
9. Localmente, los Institutos Universitarios de Formación de Docentes ponen su experiencia pedagógica y didáctica al servicio del docente.
10. En el sitio de internet, el docente puede obtener módulos para poner en práctica, ideas de actividades, respuestas a sus preguntas. También puede participar en un trabajo cooperativo dialogando con colegas, formadores y científicos.

Para los seis primeros momentos, que es donde se considera se genera un proceso de indagación, se consideran los siguientes ocho momentos que deben seguir los niños, maestros y monitores.

- a) En la situación inicial se debe alentar a un cuestionamiento de los estudiantes para lograr la declaración de un problema científico a resolver. Éste puede surgir por la observación de un fenómeno o de una pregunta "fructífera" y productiva o la manipulación de algún objeto.
- b) Los niños se deben interrogar sobre lo observado o manipulado.
- c) Por medio de un trabajo colectivo, deben crear representaciones sobre el tema. El papel del maestro debe ser tal que ayude en la formulación de preguntas y opiniones, brindar algunas aclaraciones, dar más

referentes a los estudiantes, confrontar ideas, clasificar los cuestionamientos, considerando todas las preguntas y las justificaciones.

- d) Una vez que se han establecido todas las preguntas, se pasa a la etapa en donde se deben elaborar las hipótesis y la investigación a desarrollar. En esa etapa se deben procesar las preguntas y se deben plantear las hipótesis que posiblemente darán respuesta al problema de investigación. Como elemento principal se encuentra crear los protocolos para validar dichas hipótesis éstos pueden ser por medio de la experiencia, la observación, encuestas o investigación documental.
- e) Se considera que la etapa de investigación inicia con la experimentación y la investigación documental que tienen como propósitos la de confrontar las hipótesis planteadas por medio de experimentos que ayuden a generar conclusiones, en este momento los niños deben proponer cómo probar su hipótesis utilizando los métodos (protocolos) escogidos.
- f) Después los estudiantes deben poner a prueba su hipótesis con el método escogido (se hace mucha referencia a esta prueba debe ser experimental).
- g) Una vez que se haya terminado la etapa de experimentación, se debe realizar una conclusión en la que se compararán los resultados y confrontará el conocimiento de los estudiantes. La modalidad de trabajo propuesta es con la participación de toda la clase.

h) En este momento el papel del maestro consiste en analizar las relaciones entre los resultados obtenidos por los grupos de trabajo, ayudar a la creación de experimentos complementarios si existe algún desacuerdo, elaborar las conclusiones de manera colectiva, formular los escritos en donde los estudiantes mencionen el nuevo conocimiento que han logrado construir. Así, si la hipótesis no es válida se regresa al punto (c), pero si la hipótesis es válida se concluye y se retiene el conocimiento.

A pesar de compartir los enfoques y presupuestos teóricos, y la misma denominación -ECBI-, en los programas revisados, existen diferencias en cuanto al entendimiento de los que representa el trabajo de investigación e indagación. Es por ello que vale la pena rescatar algunos de esos elementos para tener una mejor noción de la interpretación de esas dos actividades. Las diferencias más importantes se pudieron detectar en los programas de Chile, Panamá, Estados Unidos y Australia, en los cuales se plantea que el proceso de indagación está contenido en un ciclo de aprendizaje.

Para el Programa de Enseñanza Basada en Indagación en Chile, la pedagogía debe estar orientada a la apropiación de la metodología y al enfoque de ciencia por parte de los participantes. Su estructura contempla como centro a los alumnos y sus aprendizajes. Las sesiones planteadas en sus materiales están estructuradas con base al ciclo del aprendizaje, entendido como una secuencia recurrente de cuatro fases:

a. *Focalización.* Los niños, niñas y jóvenes piensan en un problema, comparten sus ideas, se hacen preguntas y predicen resultados.

- b. *Exploración.* Los niños, niñas y jóvenes realizan observaciones, experimentan y registran sus resultados.
- c. *Reflexión.* Los niños, niñas y jóvenes analizan la relación entre sus predicciones y los resultados observados.
- d. *Aplicación.* Los niños, niñas y jóvenes utilizan el aprendizaje recientemente adquirido para resolver un problema nuevo.

Se considera que en todo momento de cada una de las cuatro fases se les estimula a los estudiantes a comunicar sus ideas y experiencias, así como a aprender de otros.

En el programa *Science and Technology for Childrens* de Estados Unidos, la pedagogía usada está basada en la premisa de que los niños aprenden más de manera voluntaria y retienen aprendizaje por más tiempo cuando están conectados a experiencias e información que ya tienen y conocen sobre el mundo. Cada unidad de sus materiales está basada en el ciclo el cual comprende las mismas fases que el programa chileno.

En el programa *Hagamos ciencia de Panamá* la pedagogía basada en indagación que propone hace énfasis en el cambio de las formas tradicionales de enseñar y busca una relación activa y crítica de los alumnos con las ciencias. En sus materiales se reconoce una secuencia en el aula que se basa en el siguiente ciclo de aprendizaje:

- a. El docente introduce el tema a la clase por medio de preguntas para conocer las ideas previas de los alumnos y alumnas.

- b. Los estudiantes realizan una lluvia de ideas en la que exponen sus pensamientos sobre el tema.
- c. El maestro o maestra anima a los estudiantes a generar predicciones sobre el fenómeno que estudiarán.
- d. Los niños y niñas -trabajando en grupos de cuatro estudiantes- conducen actividades de experimentación en clase para comprobar o descartar sus predicciones.
- e. El o la docente abre el espacio para analizar los resultados obtenidos y contrastarlos con las predicciones. El estudiante analiza y genera su propio aprendizaje de una forma más significativa y duradera.
- f. Finalmente, niños y niñas presentan sus resultados al grupo y socializan su aprendizaje.

Por otra parte, en el programa australiano *Primary Connections* se parte de la premisa de que los estudiantes aprenden mejor cuando se les permite trabajar en explicaciones creadas por ellos mismos a través de una variedad de experiencias de aprendizaje estructuradas por el maestro. Así, para generar en los estudiantes las conexiones entre lo que saben y la nueva información, en sus materiales se pueden encontrar que plantean cinco fases:

- a. *Comprometer*: cada unidad comienza con una lección que mentalmente compromete a los estudiantes con una actividad o pregunta. Captura su interés, ofrece una oportunidad para que expresen lo que saben sobre el concepto o que sean desarrolladas habilidades, y les ayuda a hacer conexiones entre lo que saben y las nuevas ideas.

- b. *Explorar:* Los estudiantes realizan actividades prácticas en las cuales ellos pueden explorar el concepto o la habilidad. Ellos se enfrentan al problema o al fenómeno y lo describen en sus propias palabras. Esta fase permite a los estudiantes adquirir experiencias comunes que pueden usar para ayudarse unos a otros a asimilar nuevos conceptos o habilidades.
- c. *Explicar:* Solo después que los estudiantes exploren el concepto el docente presenta los conceptos y términos usados por los estudiantes para desarrollar explicaciones para el fenómeno que están experimentando. El aspecto significativo en esta fase es que la explicación sigue a la experiencia.
- d. *Elaborar:* Esta fase da la oportunidad para que los estudiantes apliquen lo que han aprendido a nuevas situaciones y también para desarrollar una comprensión más profunda del concepto, o un mayor uso de la habilidad. Es importante para los estudiantes discutir y comparar sus ideas con los demás durante esta fase.
- e. *Evaluar:* La fase final da la oportunidad para que los estudiantes revisen y reflexionen sobre su propio aprendizaje y las nuevas habilidades y comprensiones. Es también cuando los estudiantes demuestran evidencia de cambios en su comprensión, creencias y habilidades.

Dentro de los programas se logra distinguir el planteamiento de que para que se desarrolle una educación exitosa en ciencia se requiere de maestros para ser apoyada, no solo con recursos curriculares, sino también con aprendizaje

profesional para aumentar su conocimiento pedagógico en la enseñanza de la ciencia y el conocimiento. También se coloca especial énfasis en el uso del cuaderno de ciencias y los materiales, no sólo como unas herramientas que facilitan el registro cuidadoso de observaciones y datos, sino también por su capacidad para promover el desarrollo de pensamiento científico, facilitar la comunicación asociada a la indagación y poner en evidencia las actitudes científicas.

Cabe mencionar que también se detectaron y analizaron programas que, aunque no pertenecen a los denominados Programas ECBI, plantean que dentro del trabajo que elaboran hacen uso de la investigación y de la indagación para mejorar las competencias en ciencia y tecnología en los niños, niñas y jóvenes. Podemos citar entre ellos al Programa Explora: proyecto "Tus competencias en ciencias" de Chile y a Sinus-Transfer de Alemania. Una de las distinciones más importantes que se pueden hacer es que mientras el programa alemán se encuentra inserto en las escuelas y sistema educativo, el proyecto chileno se ve como una iniciativa para la promoción de la "valoración de la ciencia y la tecnología en el ámbito de la educación no formal". Las estrategias entre los programas son similares y, ambos, apuntan a la creación y entrega de kits de materiales y carpeta de actividades para trabajar con los estudiantes, apoyar la formación de docentes en nuevas metodologías, asistir de manera presencial y en línea a los docentes y alumnos, y dar seguimiento y monitoreo a las actividades, y promover la formación de formadores.

En el programa *Sinus-Transfer* se trabajan con cuatro competencias: profesional, metodológica, auto-competencia y social. La estructura de las unidades propuestas para cada módulo existentes en sus materiales consiste en ciclos creados por cuatro etapas:

- a. *Proponer el problema:* usualmente lo hace el profesor, pero de acuerdo con el ciclo que se puede repetir, posiblemente los estudiantes sugieran ellos mismos una nueva propuesta para crear el problema de sus conocimientos adquiridos previamente, o el problema puede ser propuesto en cooperación. La formulación del problema no debe contener ninguna idea de cómo solucionarlo.
- b. *Aproximación individual:* los estudiantes trabajan individualmente o en grupos pequeños sobre un periodo de tiempo. El docente actúa como un observador y consejero. Durante ese tiempo el docente puede escoger de varias ideas y aproximaciones y nombrar los candidatos para la presentación.
- c. *Presentación de resultados:* los estudiantes seleccionados presentan sus trabajos. Esas presentaciones son luego comparadas, discutidas y evaluadas. El docente debe intervenir lo menos posible y solamente actuar como guía si es necesario. Incluso proposiciones erróneas deben ser discutidas. Las ideas que van más allá de la aproximación original son particularmente valoradas.
- d. *Resumiendo lo aprendido:* los docentes resumen todos los resultados para obtener una conclusión final.

Por su parte para el programa chileno, las actividades propuestas en la carpeta de actividades permiten que los alumnos puedan experimentar por sí mismos, que trabajen en equipo y desempeñen distintos roles a lo largo del proceso. Uno de los propósitos es la elaboración de un producto de investigación que haga tangible el esfuerzo de los estudiantes y dé cuenta de las competencias desarrolladas. Sus materiales están compuestos por actividades de aprendizaje que facilitarán la adquisición de las competencias. El proyecto se sustenta en un modelo de competencias relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación que consta de 11 competencias: siete de ellas técnicas y cuatro transversales. Las competencias técnicas se refieren a aquellas cuya adquisición permite logros directamente vinculados con el quehacer científico; y las transversales se refieren a los comportamientos contributivos y complementarios para un desempeño integral en este ámbito.

Si bien es cierto que los programas revisados y colocados en esta categoría hacen un planteamiento y uso de diversas estrategias para suscitar los procesos de investigación e indagación en la que intervienen diversos actores, se debe resaltar que las unidades planteadas en sus materiales pedagógicos están diseñadas para llevarse a cabo con la orientación de los maestros y maestras participantes. Además, se puede percibir que en la mayoría de esos materiales las estructuras pedagógicas se ofrecen a los participantes para ser aplicadas, no permitiendo en algunos momentos la apertura a nuevos planteamientos o problemas investigación o indagación.

### **2.3.2.3. Programas dirigidos al fomento de la investigación en niños, niñas y jóvenes**

*Dentro de esas iniciativas podemos mencionar al Programa Ondas de Colombia y a National Children's Science Congress de India.*

*El primero tiene como propósito fundamental fomentar la construcción de una cultura ciudadana de ciencia, tecnología e innovación en la población infantil y juvenil<sup>8</sup>. Sus objetivos están enmarcados: (1) en la contribución al diseño de políticas y estrategias de educación y comunicación, para fomentar la cultura en ciencia y la tecnología, (2) en la promoción y consolidación de la participación de todos los sectores de la sociedad en el estímulo de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil y (3) en la generación de procesos de movilización social y comunicación, para concientizar acerca de la importancia de una educación para la ciencia y la tecnología y su incidencia en el desarrollo local, regional y nacional. Para cumplir con esos objetivos la metodología de Ondas consiste en el desarrollo de investigaciones realizadas por los grupos de investigación confirmados por niños y sus maestros, con el acompañamiento de instituciones y personas vinculadas con el desarrollo científico y tecnológico de las regiones del país. Así se pretende incentivar la investigación como estrategia pedagógica que, para llevarla a cabo, se define un proceso constituido por las siguientes fases:*

*Fase 1: En la que se lleva a cabo la participación en las convocatorias, la conformación de grupos de investigación, la formulación de las preguntas y el*

---

<sup>8</sup> La información sobre el Ondas contenida en esta sección se extrajo de los documentos producidos por el Programa.

planteamiento del problema. Esta fase incluye el primer momento el cual incluye:

Se organizan los grupos de investigación, en donde la organización de grupos depende de los intereses de los estudiantes acompañados por los maestros y maestras.

- a. Se selecciona, después de un ejercicio en grupo, la pregunta de investigación. El maestro es formado en el programa para que deje que los alumnos originen una lluvia de preguntas que originen el trabajo de investigación.
- b. Se plantea el problema de investigación, en donde se considera que todos los aprendizajes en los cuales se fundamenta la investigación como estrategia pedagógica se hacen presentes en esta etapa para construir el problema de investigación, en donde los niños, niñas y jóvenes deben reconocer que el conocimiento es una construcción social.

El segundo momento se refiere a la definición de las líneas temáticas de investigación y a la asignación de asesores a los grupos de investigación.

Fase 2: se lleva a cabo el acompañamiento para el diseño y recorrido de la trayectoria de indagación que los niños, niñas y jóvenes han construido con la comunicación de su maestro y asesor, éste incluye un tercer momento:

- a. Una vez que el grupo ha construido su problema de investigación, éstos se conforman en líneas temáticas, las cuales organizan a los grupos que trabajan sobre temas comunes para crear el acompañamiento por medio de un asesor especializado en la disciplina. Para crear las trayectorias

*de indagación que ayuden a resolver el problema; el asesor debe tener en cuenta que la solución, a través de la indagación, debe partir de realizar un trabajo colaborativo donde estén involucradas las múltiples miradas del grupo.*

*El cuarto momento es el recorrido de la trayectoria de indagación durante la cual los grupos desarrollan su proceso investigativo. Durante el tiempo que dura la investigación el papel importante del acompañante (asesor) es crear un espacio propio para cada uno de los niños que participan (cada uno tiene un rol) desde donde deben llevar a cabo la experiencia metodológica. Este momento tiene mucha importancia, ya que en ella los participantes construyen el conocimiento. Por ello, se plantea desde el programa que se debe garantizar rigor metodológico para dar cuenta de los resultados y de los aportes de todos los participantes. También, en todo momento los maestros y asesores se convierten en co-investigadores capaces de proponer procesos y metodologías para desarrollar la indagación. Por otro lado, es importante resaltar que el cuaderno de notas se convierte en una herramienta fundamental para todos los miembros del grupo de investigación, ya que en él se registran la experiencia y la práctica de hacer investigación.*

*Fase 3: tiene como propósito realizar el acompañamiento e investigación para la producción de saber y conocimiento, y su divulgación.*

*En el quinto momento se considera que cada uno de los actores ha logrado, durante el recorrido de la trayectoria de indagación, recuperar, producir y elaborar algunos elementos de reflexión sobre su investigación. Durante este momento se deben registrar algunos resultados surgidos por la metodología*

empleada. El aprendizaje se basa en la capacidad de síntesis de la información creada por los diversos actores participantes.

El sexto momento está definido como la apropiación del conocimiento producido en donde se deben comunicar los resultados obtenidos durante el proceso de investigación. En este momento los niños, niñas y jóvenes deben ir a su comunidad inmediata para realizar eventos de socialización, de tal manera que el saber producido por ellos se entienda en el contexto específico y les de elementos para comprender la dimensión social de conocimiento.

El séptimo momento es la consolidación de las comunidades de conocimiento y saber, en el cual los grupos se organizan en líneas y redes de actores, temáticas y territorios.

Cabe mencionar que todas esas actividades se desarrollan contemplando seis componentes transversales que sirven para mantener y fortalecer la investigación como estrategia pedagógica:

- *Formación.* En ella se propone formar a sujetos investigadores, tanto a maestros (as) co-investigadores, niños y asesores en la construcción, apropiación, transformación, distribución, almacenamiento y uso del conocimiento científico y tecnológico. Además, se considera que desarrollan en los participantes habilidades sociales, cognitivas y comunicativas.
- *Organización.* En ella se maneja una estructura que permite el encadenamiento de personas, instituciones y conocimientos, a partir de la constitución de líneas de investigación temáticas que dan forma a las

redes de asesores, maestros, tutores y equipos de investigación infantiles y juveniles, locales y regionales. Con la organización se intenta construir una estructura permanente para generar una cultura de la ciencia, tecnología e innovación en la población infantil y juvenil y la capacidad de fomentarla a través de la movilización social.

- *Comunicación:* Esta componente se encamina a difundir información del programa y socializar las experiencias, procesos y resultados de investigaciones.
- *Virtualización:* En ella se plantea el uso de las tecnologías de información y comunicación para la producción y divulgación del conocimiento.
- *Sistematización:* Abre la posibilidad de recuperar el legado histórico representado en instituciones, rutas, experiencias, logros y dificultades, lo cual permite definir nuevos caminos para el abordaje de lo pedagógico y lo investigativo en el programa.
- *Acompañamiento y seguimiento:* Con ella se forma el espacio de formación para maestros y para asesores (que pueden ser en la disciplina o pedagógico) para generar un intercambio de experiencias y se desarrollen mejores estrategias para trabajar con los niños y jóvenes.

Estos procesos y componentes se complementan con materiales pedagógicos (manuales para niños, niñas y jóvenes, y para asesores, Cajas de herramientas para maestros, Guías para proyectos) que tiene como propósito el intercambio y conocimiento de experiencias realizadas en todo el país, y generar

reflexiones importantes en torno al fomento de la cultura en ciencia, tecnología e innovación en el contexto nacional y brindan las bases conceptuales y metodológicas para entender las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la vida diaria.

Como elemento importante que se debe mencionar, es que en este programa también se utiliza el término indagación para poder resolver los problemas de investigación planteados por los niños, las niñas y los jóvenes por medio de la creación de las denominadas trayectorias de indagación. Ésta es entendida como un proceso donde se reconoce el rigor del proceso metodológico de la ciencia, pero se percibe que adquiere su especificidad en las mediaciones que son construidas durante cada una de sus fases planteadas para lograr un tipo de conocimiento propio y específico de los grupos de edad, las cuales garanticen el desarrollo y las posibilidades de aprendizaje de los integrantes de los diferentes grupos de investigación.

El segundo programa, *National Children's Science Congress (NCSC)* tiene como propósito fundamental "ofrecer y crear un foro a los jóvenes científicos de India para que sigan su curiosidad natural y para que mejoren y exploren su creatividad experimentando sobre problemas abiertos". Pero también contempla:

- (1) Hacer sentir que la ciencia está alrededor y que se puede obtener conocimiento y resolver muchos problemas relacionados con los procesos de aprendizaje del ambiente social y natural;
- (2) Apoyar a los niños de todo el país a visualizar el futuro de la nación y ayudar a construir generaciones sensibles y ciudadanos responsables; y

(3) Estimular el temperamento científico y el aprendizaje de metodologías científicas para observar, recolectar datos, experimentar, analizar, y presentar resultados.

El NCSC se lleva a cabo anualmente en el mes de diciembre y, después de un escrutinio a nivel distrital y nacional donde se seleccionan los mejores investigaciones. Como dato importante se puede mencionar que cada año se escoge un tema específico para desarrollarse en el congreso y los niños deben estar pendientes para realizar sus proyectos relacionados con tema elegido y con los subtemas identificados. El proceso inicia con la entrega del libro de actividades para ayudar a guiar a los docentes y a los niños. Después, un grupo de niños puede plantear su proyecto con la ayuda de científicos, docentes, coordinadores de clubes de ciencias escolares, activistas de ciencias, etc. Los docentes también reciben guías y una orientación especial sobre el tema del congreso cada año.

Para ser seleccionadas para el Congreso, las investigaciones deben cumplir una serie de criterios: ser novedosas, potencialmente traducible a modelos de trabajos, prototipos y procesos, estar basada en un principio científico conocido, y tener viabilidad comercial y técnica. Los proyectos que cumplen con esos criterios son seleccionados y obtienen apoyo financiero para ser desarrollados.

Como cuestiones fundamentales a mencionar es que se hace énfasis en crear un grupo de personas con ideas similares y que pertenezcan a una misma escuela o comunidad, que la interacción con la comunidad y la cooperación se realice en todo el proceso, que se busque la asesoría adecuada con docentes,

miembros de las familia o científicos que ya hayan participado en el programa. También, dentro de la pedagogía planteada, se propone que un proyecto científico es el estudio de un problema con el objetivo de encontrarle una solución y que involucra la definición de problemas, la formulación de hipótesis, la observación, la recolección de datos a través de encuestas o experimentación, el análisis y las conclusiones.

Otros de los programas analizados dentro de este grupo, son aquellos que se apoyan la creación de espacios para que se generen las condiciones adecuadas para que entre los estudiantes, maestros, científicos y comunidad en general se establezcan los procesos para crear proyectos investigativos. Se debe mencionar, por ejemplo, el trabajo que se desarrolla en las ferias, festivales en ciencia y tecnología y clubes de ciencias.

Dentro de los primeros programas se pueden encontrar a la Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología en Perú y a la Feria Explora de Ciencia, Tecnología e Innovación organizada y propuesta por el Centro Explora en la ciudad de Medellín en Colombia. Dentro de los objetivos que proponen esos dos tipos de ferias sobresalen: estimular aptitudes, la creatividad, el desarrollo de habilidades y capacidades científicas y tecnológicas en los alumnos de las instituciones educativas; propiciar en los alumnos y profesores el uso adecuado de la metodología científica, por medio de procesos de investigación e indagación, para obtener respuestas apropiadas y soluciones prácticas a los problemas de su entorno; generar un ambiente apropiado para la popularización y divulgación de los conocimientos científicos y tecnológicos que se producen a partir de los proyectos de investigación de los

estudiantes mediante la realización de una Feria de Ciencia y Tecnología que siga los lineamientos de la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería.

Un elemento importante, que se debe analizar con más detalle y en donde se establece la diferencia con los proyectos presentados anteriormente, son los pasos en los cuales se generan las investigaciones de los niños, niñas y jóvenes. En las experiencias analizadas, se perciben procesos en los que se intenta involucrar a científicos, maestros y comunidad general. Sin embargo, se percibe que la participación de los maestros es escasa o marginal, dando más prioridad a la asesoría u orientación disciplinar que puede dar el científico e investigador o a la selección por parte de esos expertos de los mejores trabajos. También se considera que se le da una mayor preferencia a la presentación de los trabajos finales en eventos que son considerados de popularización o divulgación de la ciencia.

Dentro de esas dinámicas de realización de proyectos de investigación, también existen programas que tienen como fin apoyar la realización y participación de los niños, niñas y jóvenes en Ferias Científicas y Tecnológicas. Dentro de esas se pueden destacar al programa *Estudiantes como Científicos de Costa Rica* o a los *STEMClubs* del Reino Unido.

El primero básicamente es una capacitación específica –mediante un curso-taller– para los educadores de las ciencias básicas, las matemáticas o las ciencias sociales, que están interesados en desarrollar procesos de investigación estudiantil y apoyar a los estudiantes en las Ferias de Ciencia y Tecnología. Sin embargo es importante mencionar algunos aspectos en cuanto al proceso de investigación que promueve. Para el programa la investigación

inicia generando en los estudiantes algunas experiencias desencadenantes y un discurso reflexivo en el salón de clases. Al discurso reflexivo se le considera como un método para guiar la discusión en el aula de las experiencias desencadenantes, mediante el cual los estudiantes son motivados a dar sus propias explicaciones acerca de fenómenos científicos. El discurso reflexivo propuesto por el programa posee las siguientes características:

- a. La atención se centra en aquello que los estudiantes saben o creen. El docente debe solicitar y obtener esa información.
- b. El docente acepta en forma neutral las preguntas y respuestas de los estudiantes. No debe dar ningún indicio de que un estudiante está o no en el camino correcto. En cambio, para mantener la discusión viva, el docente motiva a los estudiantes a opinar.
- c. Cuando un estudiante propone una explicación o una nueva pregunta, el docente devuelve esta contribución al estudiante y agrega una pregunta de seguimiento apropiada, o incluso algunas frases cortas para estimular o hacer más profundo el razonamiento del estudiante.
- d. Siempre que un estudiante utilice un término científico en una explicación, el docente le solicita que explique su significado en términos sencillos. Esta atención a las definiciones asegura que todos los involucrados en la discusión entiendan cómo se está usando el término.
- e. Todas las explicaciones se anotan en la pizarra. Para cerrar la discusión, el docente pide a los alumnos seleccionar aquellas que

consideren las tres mejores explicaciones. Estas luego se convierten en ideas centrales para las preguntas de investigación y las hipótesis.

La metodología de investigación propuesta en este programa se pueden sintetizar en las etapas: observación, planteamiento de la pregunta de investigación y las hipótesis, revisión de la bibliografía y marco teórico, diseño de la metodología a seguir, etapas de prueba, recolección y análisis de los resultados y datos, conclusiones y divulgación científica. También se propone que el seguimiento de los procesos, desde la revisión de la bibliografía y la creación del marco teórico sea escrito en la bitácora de los estudiantes.

Los STEM Clubes es un programa generado para apoyar la iniciativa educativa STEM (Science, Technology, Science, Technology, Engineering, and Mathematics) en el Reino Unido y que tiene como objetivo general permitir a los niños a explorar, investigar y descubrir temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en un ambiente de aprendizaje. Para ello, hace uso de diversas estrategias que tienen como propósito el generar el contacto entre los maestros, los niños y los científicos para elaborar proyectos de investigación que pueden participar en competencias o en Ferias de Ciencia y Tecnología.

Por otra parte, existen algunas propuestas que intentan rescatar y articular el trabajo que se está desarrollando en las instituciones educativas en materia de enseñanza o creación de semilleros de investigación. Ejemplo de ello, lo tenemos en la conformación del Red de profesores de Maloka: proyecto nodos temáticos en Colombia, cuya orientación es reconocer y sistematizar las

*prácticas pedagógicas de colegios de Bogotá para que a partir de allí se genere el concepto de Ciudad Educadora. Y la RedColsi también en Colombia que intenta desarrollar la gestión de recursos para invertir en procesos formativos y de desarrollo de los estudiantes organizados institucionalmente en semilleros de investigación, redes temáticas, redes institucionales o redes interinstitucionales y nodos departamentales.*

### 3. La Evaluación de los Programas y Proyectos para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología

---

45 de los 163 programas o proyectos analizados refieren algún proceso de evaluación. Si bien en sólo pocos casos se obtuvo información detallada sobre los objetivos y metodología de las evaluaciones, el sólo hecho de reportarlo en la página web, muestra un interés en esta actividad. Este dato es un elemento interesante en tanto estudios anteriores habían dado cuenta de la poca evaluación de los programas y proyectos en comunicación de la ciencia.

A partir de la información recabada podemos identificar algunos caminos seguidos para la evaluación de programas y proyectos que, al igual que ONDAS se desarrollan como programas nacionales y que se dirigen a acercar la ciencia y la tecnología a la población infantil y juvenil. Una primera gran categorización, es la que diferencia la evaluación del logro de los estudiantes de la evaluación de los programas y proyectos.

#### 3.1. El primer camino, la evaluación del logro de los estudiantes

##### 3.1.1. Los parámetros de comparación internacional

A nivel internacional se han desarrollado una serie de proyectos de evaluación que permiten realizar comparaciones sobre el impacto que tienen los sistemas de educativos en el desarrollo de competencias científicas de los niños, niñas y jóvenes.

El primero de estos proyectos es el *Trends in Mathematics and Science Studies* (TIMSS), liderado por la Asociación Internacional para la Evaluación del

Logro Educativo (IEA). Tiene como propósito medir el conocimiento y las habilidades de los estudiantes en ciencias y matemáticas alineado con el currículo de los países participantes. La evaluación se realiza en estudiantes de 4° y 8° grado y arroja descripciones de lo que los estudiantes conocen y pueden hacer en las áreas a través de promedios y niveles de desempeño. Los descriptores están organizados en cuatro tipos: Avanzado, Alto, Intermedio y Bajo. TIMSS se ha aplicado a nivel internacional en 1995, 1999, 2003 y 2007, y Colombia ha participado en las versiones de 1995, en donde se evaluaron los estudiantes de 8° grado, y de 2007 en donde se evaluaron los de 4° y 8°.

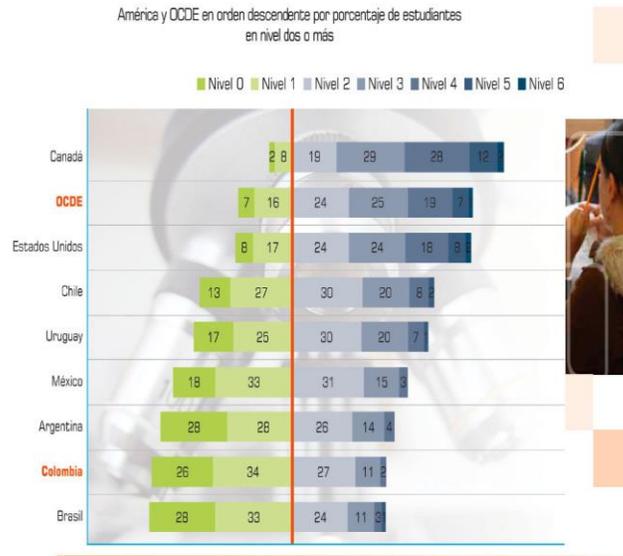
El segundo gran proyecto internacional lo constituye PISA, *Programme for International Student Assessment*, desarrollado por la OCDE desde 1997 y que tiene como propósito brindar a los países miembros, la posibilidad de “examinar, de forma periódica y en un marco común internacional, los resultados de los sistemas de educación, medidos en función de los logros alcanzados por los alumnos. Su intención es ofrecer una nueva base de diálogo político y colaboración para definir y materializar los objetivos educativos, a través de métodos innovadores que reflejen las competencias consideradas fundamentales para la vida de los adultos”<sup>9</sup>. La evaluación se enfoca en dar cuenta hasta que punto los estudiantes pueden aplicar conocimientos y habilidades en la solución de problemas en contextos de la vida real y arroja resultados en términos de promedios y niveles de desempeño

---

<sup>9</sup> OECD, *Programme for International Student Assessment*, en: <http://www.oecd.org>, consultado enero 16 de 2010.

de estudiantes en cada una de las áreas de evaluación: lectura, ciencia y matemáticas (ver Gráfico No. 3).

**Gráfico No. 3. Resultados comparativos de los países de la región en las pruebas PISA 2006, en el área de competencias científicas. FUENTE: ICFES**



- Nivel 0 y 1:** Los estudiantes no cuentan con capacidades suficientes para desarrollar actividades propias de la sociedad del conocimiento ni para acceder a estudios superiores.
- Nivel 2:** Empiezan a demostrar competencias que les permite participar efectiva y productivamente en la sociedad contemporánea.
- Nivel 3 y 4:** Están por encima del nivel mínimo y están en capacidad de realizar actividades cognitivas complejas, aunque no con un nivel óptimo.

PISA se aplica desde el año 2000 y en cada una de sus aplicaciones ha

puesto énfasis en una de las áreas. En 2006 se enfatizó la evaluación de las competencias científicas y será nuevamente el tema central para 2015. Uno de los cambios importantes de la evaluación 2006 es que la evaluación de la competencia científica incluyó la evaluación de conocimientos, habilidades y actitudes hacia la ciencia.

Colombia ha participado en las versiones 2006 y 2009. La aplicación en 2015 es una buena oportunidad para evaluar que tanto avanza el país a través de sus apuestas pedagógicas y el mejoramiento de los logros de los jóvenes en competencias científicas.

En el contexto latinoamericano, la UNESCO ha creado el LLECE Laboratorio Latinoamericano de la Calidad Educativa y, en 1997 realiza el primer estudio comparativo sobre la calidad educativa en educación básica primaria, en el que participan 13 países de la región y en el que se evalúan las áreas de lenguaje y matemáticas en niños de 3º y 4º grado. El Segundo Estudio Regional y Comparativo (SERCE) se aplicó de manera muestral en 2006 e incluyó la evaluación de los desempeños de los niños en las áreas de lectura y escritura, matemáticas y ciencias y resultados sobre los factores asociados al desempeño educativo. Colombia participó en las dos versiones de la prueba.

En los tres casos descritos, los estudios indagan sobre información contextual de los países en los que se desarrollan.

### **3.1.2. La evaluación del logro de los estudiantes en Colombia**

Uno de los propósitos del sistema educativo colombiano en la educación básica y secundaria es afianzar un sistema de calidad con tres componentes:

1. la definición de referentes, en donde se responde a la pregunta ¿qué es lo que debe lograr el estudiante como resultado de su paso por el sistema educativo? 2. la evaluación del logro en sus distintos niveles, en donde se responde a la pregunta ¿qué tanto se ha avanzado en ese propósito? y 3. el diseño de propuestas de mejoramiento, en el que se fomentan programas y proyectos que apunten a alcanzar los logros propuestos en los referentes.

Dentro de este esquema, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha construido unos estándares de competencias para ciencias, que incluyen las ciencias sociales y naturales; ha definido algunas estrategias y proyectos para fomentar el desarrollo de las competencias científicas, en donde la investigación, realizada por niños, niñas y jóvenes, se ha convertido en el centro del proceso (por ejemplo, proyectos como Expediciones Botánicas e Historia Hoy adelantados por el MEN) y se ha consolidado un sistema de evaluación del logro a través de evaluaciones censales a través de las Pruebas Saber.

En 2009 se aplicó la tercera versión de las Pruebas Saber, con un avance muy importante respecto a las versiones anteriores: por primera vez se ha logrado que las pruebas estén alineadas a los estándares en ciencias naturales. Las Pruebas Saber arrojan información puntual sobre qué tanto se ha avanzado en el desarrollo de las competencias básicas en cada establecimiento educativo, tomando como base de comparación los resultados

de los estudiantes al final de la educación básica primaria (5º) y secundaria (9º). Saber evalúa tres grupos de competencias: lenguaje, matemáticas y ciencias naturales y a la vez los factores asociados a los logros de aprendizaje.

Uno de los aspectos importantes para destacar de Saber es que posibilita información a cada establecimiento educativo sobre los resultados obtenidos por sus estudiantes, además de datos desagregados para las entidades territoriales y nacionales.

A pesar de los avances en el tema de la evaluación en las dos últimas décadas, ésta no ha estado exenta de críticas:

1. La medición de logro tiene como objetivo poner a prueba los conocimientos, habilidades y actitudes que son esenciales para la participación plena en la sociedad. Sin embargo, los formatos de las pruebas –de lápiz y papel– permite evaluar sólo un subconjunto de éstas.
2. Las pruebas evalúan sólo unas pocas áreas del currículo escolar: lectura, matemáticas y ciencias naturales. Son excluidos los desempeños de los estudiantes en otros temas, como historia, geografía, idiomas, las artes y las humanidades.
3. La evaluación de las competencias destaca que estas pueden ser adquiridas no sólo en la escuela, sino también de las experiencias y las influencias de la vida familiar, amigos, medios, etc. Sin embargo, los resultados son muchas de las veces interpretados como consecuencia del sistema escolar solamente.

4. Las pruebas suponen que todos los estudiantes, dondequiera que vivan, están igualmente preparados para trabajar bien en ellas. Las diferencias culturales, sociales, económicas y personales no se analizan.

A pesar de sus limitaciones, la evaluación constante del logro educativo a través de SABER, se convierte en una opción clara para evaluar cuál es el impacto que tienen programas como ONDAS en el desarrollo de las competencias en los niños, niñas y jóvenes de educación básica y su contribución al mejoramiento de la calidad educativa.

La utilización de SABER en el contexto del programa, debe ser realizada en el contexto de otras evaluaciones de desempeño más amplias, tomando en cuenta que (1) ONDAS se ha centrado en el desarrollo de capacidades y no de competencias<sup>10</sup> y (2) que muchos de los resultados e impactos que pretende el programa en los niños, niñas y jóvenes, no pueden ser analizados con las pruebas en su estructura actual.

### **3.2. El segundo camino: la evaluación de los programas y proyectos y sus estrategias**

Uno de los hallazgos importantes del Estado del Arte, es la constatación del papel cada vez más importante que juega la evaluación y la investigación en el desarrollo de los programas y proyectos. Hasta hace pocos años, la evaluación de los programas y los proyectos dirigidos a temas de comunicación y apropiación social de la ciencia y la tecnología, era una actividad bastante rara no sólo en el contexto latinoamericano, sino también

---

<sup>10</sup> Si bien la distinción entre ambos no es explícita en los documentos elaborados por el programa, el término *competencias* no aparece en los materiales y es frecuente el señalamiento de que el programa desarrolla capacidades y no competencias.

en el internacional. Sin embargo, el siglo XXI evidencia una renovada y clara preocupación en el tema, en donde se promueven diferentes enfoques, abordajes y funciones para la evaluación. Algunas de las experiencias de evaluación analizadas, arrojan resultados muy interesantes a la hora de pensar el tema de la organización del Sistema de Evaluación Permanente del Programa Ondas.

### **3.2.1. La evaluación entendida como un proceso permanente del programa, dirigida a brindar información para su desarrollo y expansión**

El programa australiano *Primary Connections* ha puesto en marcha desde su implementación en las instituciones educativas, un amplio sistema de evaluación dirigido a aportar información sobre la eficacia de las estrategias para el cumplimiento de sus objetivos. El sistema de evaluación y monitoreo del programa, incluye el acompañamiento permanente *in situ*, y se dirige a responder a preguntas de investigación sobre: (1) la eficacia de las estrategias desarrolladas, (2) los cambios en las estrategias que son necesarios aplicar para la puesta en marcha de la siguiente etapa y (3) el nivel de logro de los estudiantes en la alfabetización científica.

Algunos aspectos que son importantes de recalcar en esta propuesta:

1. La evaluación es un proceso permanente en el desarrollo del programa.
2. Es entendida como un proceso de investigación sobre cómo se desarrollan las distintas estrategias del programa.
3. Brindan recomendaciones muy concretas que permiten hacer transformaciones puntuales al programa para cada etapa y que son operados en la siguiente etapa y también evaluados.

4. La evaluación contribuye a afianzar los objetivos del proyecto. Da confianza sobre la línea de trabajo seguida.
5. Permite dar visibilidad a una estrategia política seguida por la instancia encargada de su puesta en marcha y asegura que las alianzas permanezcan.
6. Brinda información necesaria para la expansión del programa.

### **3.2.2. La evaluación de los proyectos y programas como mecanismo para la evaluación del logro de la política**

Desde la segunda mitad de 2004 el programa irlandés *Discovery Science & Engineering (DSE)*, definió un conjunto de indicadores para el programa, a la vez que se identificó un rango de indicadores de producto y de impacto para cada proyecto, que han sido monitoreados y evaluados de manera permanente.

Uno de los problemas fundamentales que enfrenta la evaluación del programa y que es compartido por programas similares incluido *Ondas*, es lo poco realista que resulta pensar que se pueda cuantificar el objetivo último de un programa de sensibilización como *DSE*: el aumento en el número de jóvenes que se dedican a la ciencia y la ingeniería en Irlanda. El calendario es muy largo -diez a quince años de actividades dirigidas a estudiantes- por lo que cualquier grupo de objetivos no proporcionaría información útil para la toma de decisiones relacionadas con el programa. Para superar este escollo, el sistema de evaluación de *DSE* parte de suponer que el objetivo a largo plazo se logrará si los objetivos más específicos de las actividades del programa tienen éxito: la sensibilización de la ciencia y la ingeniería entre

Los estudiantes, el aumento en su disposición y posibilidades para el estudio de estos temas, y el fomento de una actitud más positiva entre quienes pueden influir en estas elecciones de carrera, en particular profesores y padres. La evaluación, por tanto se desarrolla con relación a metas específicas para las actividades encaminadas a lograr estos efectos.

Además de los procesos de seguimiento y monitoreo de los proyectos que conforman el programa e incluyen la realización de encuestas sobre percepción, grupos focales y medición del rating, en 2009 se realizó una evaluación global del programa como una estrategia dentro de la política nacional y que se guió alrededor de las siguientes preguntas:

1. ¿Ha logrado DSE sus objetivos?
2. ¿Los objetivos actuales de DSE son los objetivos correctos?
3. ¿DSE podría tener un impacto más significativo y, en caso afirmativo, en qué áreas específicas?
4. ¿Qué nivel de recursos es adecuado para garantizar que la DSE tenga un impacto significativo?
5. ¿Dónde debería estar situado DSE, administrativa y físicamente, con el fin de maximizar su impacto?

El proceso de evaluación consta de dos partes: la primera, una consultoría independiente que realizó una evaluación sobre las operaciones, la gestión y la gobernanza de DSE. La segunda, la organización de un panel internacional, integrado por expertos en ciencia y educación en ciencias, que

revisó las evaluaciones elaboradas por la consultoría, consultó con las partes interesadas y realizó recomendaciones para mejorar la eficacia del programa.

Lo interesante de la estrategia es que da mucha más libertad a los evaluadores para conceptualizar sobre aspectos administrativos del programa, y para sugerir cambios y transformaciones incluso en la forma de operación y conformación del equipo directivo. Sin embargo esta ventaja, también puede considerarse como una desventaja por el hecho de que las recomendaciones finales recaigan sobre un grupo que no pertenece al país, ni conoce el programa, lo que puede hacer que las recomendaciones no necesariamente estén ajustadas al contexto.

Algunos aspectos que son importantes de recalcar en esta propuesta:

1. Encontramos diferencias sustantivas cuando se trata de evaluar un programa como estrategia política y cuando se realizan evaluaciones del programa tomando como punto de partida los proyectos que lo conforman.
2. Desarrollar evaluación implica necesariamente proponer estrategias que sean confiables. El análisis del mercado, del rating, las encuestas, a pesar de que permiten dar una visión del programa en términos generales, arrojan muy poca información comprensiva de los resultados, sobre el porqué se obtiene lo que se obtiene.
3. Los procesos de evaluación de los programas de este tipo incluyen como componente la investigación académica.
4. La evaluación de la política trasciende la evaluación del impacto en el

sistema educativo y se sitúa en una discusión más amplia que tiene que ver con objetivos nacionales ligados al desenvolvimiento de la ciencia y la tecnología en el país.

### **3.2.3. La evaluación de los programas en función al sistema educativo: la relación entre estándares educativos y los programas**

En 1996 se publican en Estados Unidos los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias. Desde ese momento, se convirtieron en el centro de la reforma educativa en la enseñanza de la ciencia en ese país y han tenido repercusiones en el mundo entero. Programas como FOSS, STC o Insights, tienen sus bases en la formulación de dichos estándares. La reforma no sólo ha permitido la creación de programas de entrenamiento a docentes y la producción de distintos tipos de materiales educativos para la enseñanza de la ciencia en todos los niveles educativos, sino que también ha estado acompañado por un robusto cuerpo de investigación y evaluación de los proyectos, que ha permitido recoger bastante información sobre el impacto de los programas.

Uno de los aspectos que es importante destacar en estos programas, es que la evaluación no se encuentra separada de la investigación académica y más aún, la investigación es la que la constituye. Estas investigaciones son realizadas por distintas universidades y centros de investigación dentro del marco de programas de investigación educativa.

Las preguntas de investigación se dirigen a dar cuenta de los logros en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes; los cambios en las prácticas docentes; la efectividad de determinados materiales en relación con

otros; el impacto de alguno de los programas en grupos poblacionales específicos y los estudios comparativos para dar cuenta del impacto de determinados programas en relación con otros.

Ejemplos de estas investigaciones:

1. Estudio aleatorio de los efectos del andamiaje de la Guía de Instrucción en Indagación en el logro en Ciencia de los Estudiantes. (2005) Imperial County Schools, California.
2. Efectos de un Currículo de Ciencia basado en un Kit de materiales y en el Desarrollo Profesional Intensivo en Ciencias en el Logro en Ciencias de los estudiantes de escuela elemental. (2005) Universidad de Rhode Island.
3. Ciencia basada en la indagación en grados medios: Evaluación del aprendizaje en la reforma sistémica urbana. (2004) Universidad de Arizona y Universidad de Michigan.
4. Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia en las clases, usando currículos basados en Hands-On o en los libros de texto. (2008) Universidad Estatal de California, Northridge.
5. Mejora del logro en ciencia en escuelas de educación media urbanas de alta pobreza. (2006) Universidad Johns Hopkins.

FUENTE: *National Science Resources Center*<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Investigación y Estudios de Caso en la Reforma Educativa en Ciencias. Disponible en National Science Resources Center. Disponible en: [www.nsrconline.org/pdf/CaseStudiesQuasiExp.pdf](http://www.nsrconline.org/pdf/CaseStudiesQuasiExp.pdf), consultado en enero 16 de 2010.

La metodología utilizada varía dependiendo de la pregunta de investigación, sin embargo se encuentran: estudios de control aleatorio, diseños cuasi-experimentales, estudios de caso y estudios cualitativos<sup>12</sup>.

Tal vez los aspectos más importantes a destacar de esta apuesta investigativa y que debe ser tenida a la hora de organizar y pensar el Sistema de Evaluación Permanente del Programa Ondas, son:

1. La investigación académica se convierte en un aliado importante en el tema de la evaluación de los programas.
2. Al involucrar al sector académico en la evaluación, se generan una serie de opciones que permiten aumentar la masa crítica en torno al tema educativo. Se facilita la conformación de grupos y programas de investigación con posibles repercusiones en todo el sistema educativo.

### **3.2.4. La evaluación de la expansión de un programa a otros contextos**

A pesar de que el programa francés *La main à la pâte* posee un sistema de evaluación robusto que incluye algunos de los aspectos considerados en el análisis de los programas anteriores, para este apartado se presenta una de las estrategias incluidas dentro del sistema: la dirigida a constatar hasta qué punto, en el proceso de expansión del programa a otros países, con marcadas diferencias culturales y de estructuración del sistema educativo, éste logra mantener sus lineamientos generales.

---

<sup>12</sup> Ibid.

En 2005, ante la problemática de la diversidad en la forma en la que se estaban implementado los programas, y ante la necesidad de que otros grupos de científicos y educadores consideraban seriamente la posibilidad de iniciar proyectos similares, se desarrolló en Estocolmo el *Workshop on Evaluation of Inquiry-Based Science Education Programme* que fue organizado por el *Inter Academy Panel*<sup>13</sup> y apoyado por la *Royal Swedish Academy of Sciences*. En términos generales, las conclusiones planteadas fueron: (1) que se aplicara la metodología ECBI para mejorar la calidad y el significado de la educación científica y (2) poner el problema de la evaluación como elemento importante para explorar la posibilidad de crear un instrumento internacional que proporcionara asistencia a los proyectos que desearan someterse a una evaluación, y para cumplir los requisitos mínimos para poner en práctica ese ejercicio.

También se contempló que la evaluación de los proyectos ECBI debería lograr dos objetivos principales:

1. Mejorar la eficacia de la enseñanza de las ciencias, mediante la identificación de los aspectos que deben ser corregidos, o que deben fortalecerse.
2. Responder a la rendición de cuentas para justificar los recursos a la sociedad en la aplicación de esa metodología<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> El *Inter Academic Panel* es una asociación creada por 93 asociaciones de ciencia del mundo.

<sup>14</sup> *Science Education: Workshop Evaluation of Inquiry-Based Science Education Programme* (Stockholm, 21-23 September 2005).

Para darle seguimiento al trabajo desarrollado en el taller de Estocolmo, se organizaron otros dos eventos, uno en Río de Janeiro en Brasil y otro en Santiago en Chile en los meses de mayo y septiembre de 2006.

El Taller sobre Evaluación de la Educación en Ciencias Basada en Indagación desarrollado en Río de Janeiro, concluyó:

1. La evaluación se debe considerar como un componente importante de los proyectos ECBI y se debe incluir en la planificación.
2. En las etapas iniciales de implementación de los proyectos ECBI, la evaluación debe considerarse principalmente formativa.
3. Algunos de los procedimientos que se pueden usar para evaluar son las visitas a los salones de clase y la observación de las actividades.
4. Se recomienda que los proyectos ECBI usen pruebas para la valoración del estudiante que ya existen a nivel nacional u estatal.
5. Se recomienda que la evaluación de los programas de indagación incluya aspectos importantes como el estudio del lenguaje y de las matemáticas, el impacto sobre actitudes y capacidades de mejorar la ciudadanía.

Para la tercera reunión se discutió el *Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE) Programs (Informe sobre Colaboración Internacional sobre Evaluación de los Programas ECBI)*<sup>15</sup>, con el propósito de construir un acuerdo

---

<sup>15</sup> Este reporte después se amplió en el *Rapport du Groupe de travail sur la Collaboration Internationale pour L'Évaluation des Programmes D'Enseignement Scientifique Fondés sur L'Investigation (ESFI)*

para llevar a cabo la propuesta planteada. En el documento se señala que la evaluación juega un papel muy importante para la implementación del programa, partiendo de reconocer que ésta pasa por varias etapas: *implementación temprana*, donde solamente un pequeño número de clases y escuelas participan y no todas las componentes del programa están operando. O se le puede ver en una *implementación avanzada* donde el programa ha sido establecido en un mayor número de escuelas y la mayoría de sus componentes están siendo desarrolladas.

En esta línea, se asume como modelo evaluativo el que distingue la evaluación *formativa* de la *sumativa* y que se aplica dependiendo del nivel de desarrollo de la implementación del programa. La asunción de este modelo, que es muy común en la evaluación educativa, es muy interesante para el Programa Ondas dada su propia dinámica de expansión a nivel departamental:

1. *La evaluación formativa*: Utilizada en las etapas tempranas de implementación del programa que proporciona información acerca de cómo ésta puede ser mejorada.
2. *La evaluación sumativa*: Utilizada en las etapas posteriores de implementación y proporciona información sobre el logro de los estudiantes sobre los aprendizajes, las habilidades y actitudes hacia la investigación y los conceptos de la ciencia, además de información sobre los procesos que se generan en el salón de clase. También puede incluir la comparación de programas ECBI con otros programas de educación

científica, lo cual requiere del diseño de una cuidadosa evaluación, de la elección de los programas y las clases a comparar.

Para Ondas, el esquema puede ser similar. Dados los distintos niveles de consolidación de la propuesta en los departamentos, la evaluación formativa puede ser una herramienta muy útil para dotar a los equipos departamentales de información que les permitan evaluar las dinámicas de implementación de las distintos procesos y estrategias del programa y definir posibles rutas de mejoramiento. Por su parte, la evaluación sumativa, que puede ser aplicada una vez se haya realizado la evaluación formativa y se hayan implementado las rutas de mejoramiento, se realiza para evaluar los resultados en los logros de los jóvenes en el desarrollo de una cultura ciudadana de la ciencia y la tecnología<sup>16</sup>.

### **3.2.5. La evaluación en Ondas**

El Programa Ondas ha sido evaluado de manera directa en 2005, cuando la Universidad Externado hace la evaluación de impacto del programa (Dimaté, s.f.), y de manera indirecta en dos ocasiones, en el contexto de evaluaciones sobre las políticas nacionales en ciencia y tecnología: el primero de ellos es de 2004, cuando se analiza el programa en el contexto de las experiencias para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología (Castañeda y Franco, 2004) y el segundo, publicado en 2006, en el contexto de la evaluación de

---

<sup>16</sup> Una descripción más amplia de evaluación sumativa y evaluación formativa, se encuentra desarrollada en el punto anterior dedicado a los tipos de evaluación: « La evaluación en función del propósito que persigue ».

las actividades de comunicación pública de la ciencia y la tecnología del SNCYT colombiano en el período 1990-2004 (Daza et al, 2006).

Los enfoques metodológicos de las evaluaciones han sido distintos dependiendo de las preguntas y necesidades de las evaluaciones: la evaluación de Ondas dentro del contexto de experiencias para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil de Colombia, privilegió un enfoque cualitativo a través de análisis documental y estudios de caso (Castañeda y Franco, 2004); en la evaluación de Ondas dentro del contexto de los programas y proyectos de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, apoyados o adelantados por COLCIENCIAS, se realizó a partir de análisis documental (Daza et al, 2006); finalmente, la evaluación de impacto del Programa realizada por Dimaté y colaboradores, utilizaría métodos de tipo cuantitativo y cualitativo y utilizaría como herramientas de recolección de información la aplicación de cuestionarios, la realización de entrevistas y grupos focales, las visitas de campo y el análisis documental.

La evaluación de coordinada por Dimaté, a pesar de que se concibió inicialmente como una evaluación de impacto, al no contar con una línea de base, finalmente resultó en una evaluación de los resultados del programa en sus dos primeras fases (2001-2004) y se constituye en la línea de base para futuras evaluaciones:

por el efecto que el programa ha tenido en los beneficiarios directos, no es posible asumir plenamente la evaluación, desde dicha perspectiva (de impacto) por cuanto no se partió de una línea de base que permitiera ofrecer con mayor

precisión información sobre el impacto y, en esa medida, sólo los resultados que estamos presentando se convierten en esa línea de base que posibilitaría la evaluación de impacto en posteriores oportunidades. (Dimaté et al, 2005:11).

Por otra parte, el Programa cuenta desde sus inicios (incluso desde sus antecedentes) con un muy importante sistema de seguimiento y monitoreo de las acciones del programa, que con el tiempo, ha complejizado y afinando las estrategias de recolección de información sobre el programa y los procesos de rendición de cuentas.

Ondas tiene recogida la información de una serie de datos gruesos de su operación desde el primer momento que empezó su gestión: número de departamentos, municipios, instituciones educativas, niños, niñas y jóvenes vinculados, proyectos presentados, aprobados y financiados, maestros y asesores vinculados, entidades que conforman los distintos comités, monto de aportes nacionales y departamentales, etc. A partir de la Reconstrucción colectiva y cómo un producto del ejercicio de virtualización, se construyó el nuevo Manual operativo del programa (2008) dirigido a recoger información detallada de cada uno de los procesos de operación del programa, que cuenta con al menos 25 registros para la sistematización de información y que representan 218 indicadores<sup>17</sup>. Los cuatro informes de gestión del programa, 2001-2002, 2001-2003, 2003-2006, 2006-2008, se convierten en una

---

<sup>17</sup> En la mayoría de los casos más que indicadores se trata de información recopilada que es susceptible de transformarse en indicadores.

memoria de los distintos procesos vividos en el programa, sus apuestas y sus transformaciones (Lozano et al, 2010b:89).

Por otra parte, desde 2005, el programa desarrolla procesos de evaluación interna constante a través de la conformación de los distintos comités: Comité Nacional, Comité Académico de Ondas, Comité Técnico Nacional, Comités Departamentales y los Equipos Pedagógicos Departamentales y los Equipos Pedagógicos Regionales, gran parte de cuyos resultados se sistematizan en el informe de Reconstrucción colectiva del Programa. (COLCIENCIAS, 2009: 71-78). Además, la inclusión de la sistematización como un componente importante de la implementación de su metodología de IEP, hace que incluso los niños, niñas, jóvenes y maestros, tengan a su cargo la realización de actividades para la evaluación.

Algunos aspectos que son importantes de recalcar en esta propuesta:

1. La evaluación interna y el seguimiento y monitoreo son procesos permanentes en el desarrollo del programa.
2. Se asume como una actividad en la que deben participar todos los actores.
3. Brinda información para la redefinición permanente del programa.

## 4. Conclusiones

---

La metodología seguida en el desarrollo del Estado del Arte nos permite identificar algunas tendencias generales sobre los programas y proyectos para el fomento de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes. Los resultados son de tipo indicativo y de ninguna manera concluyentes, fundamentalmente porque la información a la que se tuvo acceso a través de las páginas web y es probable que no refleje aspectos conceptuales y metodológicos en profundidad de las experiencias o de los resultados que se obtienen a partir de su implementación.

### 4.1. Tendencias respecto a la prevalencia de los programas en el mundo:

- El fomento de la ciencia y la tecnología en públicos infantiles y juveniles emerge como una de las nuevas preocupaciones en los sistemas educativos y de los organismos dedicados a la promoción de la ciencia y tecnología de los países. En 40 de los 68 países seleccionados, casi el 60% de la muestra, se lograron identificar a través de la metodología planteada, programas o proyectos dirigidos de manera específica al fomento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil. La mayor parte se encuentran en América y Europa, si bien en Oceanía se identificaron 15 programas en tan sólo los dos países que se incluyeron en la selección. En el continente africano, únicamente Sudáfrica tiene una política amplia en el tema, que se refleja en la existencia de seis programas, algunos de ellos de cobertura nacional. En

*Asia, los países con un mayor número de los mismos son China, Israel, Japón e India.*

#### **4.2. Tendencias respecto a las entidades que los ejecutan:**

- *La mayor parte de los proyectos y programas son realizados en el marco de alianzas entre distintas entidades, si bien un elemento determinante es que, en la mayor parte de estas experiencias, los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYT) y en un segundo lugar, los Ministerios de Educación o sus equivalentes, juegan un rol determinante ya sea como promotores de la experiencia o como instituciones que avalan o apoyan el desarrollo de los proyectos.*
- *El desarrollo de los programas y proyectos se muestra como una opción para aumentar la colaboración y articulación de las escuelas, el público en general, las instituciones científicas y tecnológicas, y las industrias para consolidar la participación de todos los sectores de la sociedad, en el estímulo de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil.*
- *Los aliados más importantes del Estado en el logro del objetivo, lo constituyen las Academias de Ciencia, las Asociaciones para el Avance de la Ciencia y las Universidades. En un renglón menor de participación se encuentra el sector productivo, si bien en algunos países son un aliado importante.*
- *La experiencia de la Comunidad Europea muestra la fortaleza del desarrollo de proyectos realizados en colaboración entre varios países*

vecinos: no sólo se potencia el número de programas sino también favorece el desarrollo de abordajes distintos.

- En este sentido se puede decir, que el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil es asumida como una función del Estado.

### **4.3. Tendencias respecto a los objetivos y estrategias:**

- Una de las conclusiones que se puede extraer del análisis del conjunto de programas y proyectos dirigidos a fortalecer la ciencia y la tecnología en la población infantil y juvenil, es la tendencia a que los espacios tradicionalmente concebidos como de “popularización” de la ciencia (exposiciones, publicaciones, ferias, etc.), incluyan actividades dirigidas de manera directa al público educativo e incorporen, por tanto, algunos de los objetivos del ámbito de la educación formal. Las visiones tradicionales de la popularización de la ciencia, herederas de un modelo de déficit simple de la comunicación, en las que se entendía como estrategias dirigidas al acercamiento lúdico a la ciencia y a la tecnología (dejando como contraparte la idea que la ciencia escolar era, por oposición, aburrida), ha ido cediendo ante discusiones propias de la enseñanza de la ciencia y, también, ante el reconocimiento, de que gran parte del público que tienen los programas de popularización es el escolar.
- Encontramos que, en términos generales, los programas para el fomento de la ciencia y la tecnología en el público infantil y juvenil, van a incorporar un modelo de déficit complejo, caracterizado por el

reconocimiento de la importancia del desarrollo de una cultura científica y tecnológica en los distintos ámbitos de la vida de los individuos; por la necesidad de asegurar una comprensión no sólo de los resultados de la ciencia, sino también de cómo opera y se produce esta; y una reevaluación de las relaciones entre la comunicación de la ciencia y los procesos de educación no formal.

- La incorporación de modelos democráticos de comunicación se hicieron menos evidentes, si bien se encontraron algunos programas y proyectos que apuntan claramente en esta línea (por ejemplo Audiencia Pública de Barcelona y algunos programas que promueven procesos de investigación centrados en la resolución de problemas contextuales, como Ondas).
- La Institución Educativa, con sus niños, jóvenes y maestros, aparecen como el espacio por excelencia para el desarrollo de los programas y proyectos dirigidos al fomento de la ciencia y la tecnología en el público infantil y juvenil. La distinción fundamental se establece entre aquellos que trabajan de manera directa con las instituciones escolares y los que si bien, están dirigidos a público escolar, su ejecución no pasa por las instituciones educativas. En estas dos categorías se ubica el mayor número de programas.
- Para la mayoría de los proyectos estudiados en profundidad (26) es importante contribuir al diseño de estrategias de educación, comprensión y comunicación de la ciencia para favorecer al cambio y la innovación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, utilizando estrategias diversas que pueden incluir el establecimiento de relaciones

entre científicos y escuelas, el desarrollo metodologías centradas en la indagación, el fomento de la investigación escolar o la producción de materiales educativos.

- Los programas basados en la metodología de enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) es una de las mas importantes en expansión. Desde su surgimiento en Estados Unidos en la década de los 80 hasta la fecha, se ha desarrollado en casi 30 países, como Suecia, China, Australia. En América Latina ha sido adaptado en Colombia, Panamá, Chile, México, Venezuela, Brasil y Argentina. A pesar de compartir los enfoques y presupuestos teóricos, y la misma denominación -ECBI-, en los programas revisados, existen diferencias en cuanto al entendimiento de lo que representa el trabajo de investigación e indagación, que obedecen a procesos de adaptación a las necesidades locales.
- Otro tipo de programas y proyectos de gran importancia, son los que promueven la realización de investigaciones o de desarrollos tecnológicos en niños, niñas y jóvenes. A diferencia de los proyectos ECBI, en estos programas el desarrollo de las investigaciones no forma parte necesariamente de un currículo de enseñanza de la ciencia en las instituciones educativas y los estudiantes cuentan con una mayor libertad en el diseño de sus proyectos investigativos. Encontramos distintas variantes de este tipo de programas, que dependen del tipo de autonomía que se da a los jóvenes en la selección de los problemas y métodos investigativos.

- Una estrategia frecuente se dirige a la formación docente desde la perspectiva de que maestros mejores formados contribuyen al fomento de la ciencia y la tecnología de los niños, niñas y jóvenes. En algunos casos los programas se han fijado como meta principal el dotar a todos los maestros con un programa en ciencias completo, flexible y fácil de usar, incluyendo aprendizaje colaborativo, discurso de los estudiantes y evaluación y uso de metodologías instructivas efectivas, incluyendo aprendizaje activo práctico, indagación, integración de disciplinas y contenidos de áreas. Todos los programas revisados en profundidad, diseñan, producen y/o distribuir materiales pedagógicos, tanto físicos o virtuales, que apoyen sus propuestas con el fin de desarrollar y ejecutar estrategias de formación dirigidas a los niños, niñas y jóvenes, maestros y asesores.

#### **4.4. Tendencias respecto a la evaluación:**

- 45 de los 163 programas o proyectos analizados, aproximadamente el 60% de la muestra, refieren algún proceso de evaluación. Si bien en sólo pocos casos se obtuvo información detallada sobre los objetivos y metodología de las evaluaciones, el sólo hecho de reportarlo en la página web, muestra un interés en esta actividad. Este dato es un elemento interesante en tanto estudios anteriores habían dado cuenta de la poca evaluación de los programas y proyectos en comunicación de la ciencia.
- Se identifican dos aproximaciones al tema evaluativo, una que hace referencia a la medición del logro de los estudiantes en ciencias que ha

nivel internacional toma fuerza a partir de los estudios comparativos internacionales como PISA, TIMSS, y que se convierte en una forma de evaluar los resultados del sistema educativo y otra, que da cuenta de los procesos de evaluación de los programas.

- Frente a las formas de evaluación de los programas, se encontraron diferencias respecto a los objetivos y enfoques metodológicos: la evaluación entendida como un proceso permanente del programa, dirigida a brindar información para su desarrollo y expansión; la evaluación de los proyectos y programas como mecanismo para la evaluación del logro de la política; la evaluación de los programas en función al sistema educativo: la relación entre estándares educativos y los programas, y la evaluación de la expansión de un programa a otros contextos. En todas estas experiencias es posible identificar aprendizajes útiles a la hora de pensar un Sistema de Evaluación Permanente para el Programa Ondas.

## Bibliografía

---

Allen, R. *Improving Science Achievement at High-Poverty Urban Middle Schools*. *Science Education*, Vol. 90 Número 6. pp. 1005-1027. Noviembre 2006.

Calvo, H. 2003. *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. México: UNAM.

Castañeda, E., y L. B. Franco. 2004. *Generación C y T. Análisis de experiencias para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes de Colombia*. Bogotá : Colciencias – Unesco.

CIRCA Group. *Literature Review of Monitoring and Evaluation of Discover Science and Ingeneering*. Irlanda. Febrero 2008.

COLCIENCIAS- FES- ICBF (2006). *Niños, Niñas y jóvenes investigan. Lineamientos pedagógicos del Programa Ondas*. Bogotá: Colombia.

COLCIENCIAS, (s.f.). *Caja de herramientas. Ondas de ciencia y tecnología. Investigar desde la escuela*. Bogotá: Colombia.

COLCIENCIAS. 2002. *Manual Operativo del Programa Ondas*. Bogotá: Colombia.

COLCIENCIAS. 2007. *Informe de gestión Junio 2006 - Junio 2007*. Bogotá: Colombia.

COLCIENCIAS. 2009. *Informe de la reconstrucción colectiva del Programa ONDAS. Búsquedas de la Investigación como estrategia pedagógica. Período 2006 - 2008*. Bogotá: COLCIENCIAS – Fundación FES.

Daza, S., Arboleda, T., Rivera, A., Bucheli, V. y J.F. Alzate. (2006). *Evaluación de las actividades de comunicación pública de la ciencia y la tecnología en el sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Colombiano: 1990-2004*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Bogotá: Colombia.

Department for Education and Skills. 2006. *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Programme Report*. Reino Unido.

Dimaté, C. (sf). *La ciencia, la tecnología y la innovación en las culturas infantiles y juveniles de Colombia. Evaluación de impacto del Programa Ondas*, Bogotá: Colciencias.

Dimaté, C., Queruz, E.L., Arcila, M.A. y D.G. Valencia. 2005. *Evaluación de impacto del Programa Ondas. Informe final*. Universidad Externado de Colombia. Facultad de Ciencias de la Educación. Bogotá: Colombia.

Durant, J. *Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science*. En: *Science and Public Policy*, volumen 26, número 5, octubre 1999, páginas 313 - 319, Beech Tree Publishing, Inglaterra.

Felt, U., *When societies encounter "their" sciences: Conceptualising the relationships between sciences and publics*, en Felt, Ulrike (editor), *Optimising Public Understanding of science and technology. Final Report*, 2003, pp. 16-46. Versión electrónica.

Foley, B. 2008. *Students' Attitudes towards Science in Classes Using Hands-On or Textbook Based Curriculum*. AERA.

FORFÁS, *An Evaluation of Discover Science and Engineering*. Irlanda. Mayo 2009.

Gregory, J., y S. Miller. 1998. *Science in public: communication, culture, and credibility*. New York: Plenum press.

Hackling, M. (2005). *Primary Connections. Stage 2 Trial: Research Report*. Australia: Australian Academy of Science.

Hackling, M. 2008. *Impact of Primary Connections on students' science processes, literacies of science and attitudes towards science*. Australia: Australian Academy of Science.

Harlem, W. y J. Allende. 2006. *Rapport du Groupe de travail sur la Collaboration Internationale pour L'Évaluation des Programmes D'Enseignement Scientifique Fondés sur L'Investigation (ESFI)*. Chile: Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados de la Facultad de Medicina.

HM Treasury, Department of Trade and Industry, Department for Education and Skills. *Science and innovation investment framework 2004-2014: next steps*. Reino Unido. Marzo 2006.

Irwin, A. y B. Wynne. 1996. *Misunderstanding of science. The public reconstruction of science and technology*. Gran Bretaña: Cambridge University Press.

López Cerezo, J. A., Méndez J. y O. Todt, "Participación pública en Ciencia y Tecnología. Problemas y perspectivas" en *Revista Arbor*, V. CLIX, no. 627, marzo de 1998, pp. 279-308.

Lozano, M. y C. Sánchez-Mora (editoras). 2008. *Evaluando la comunicación de la ciencia. Una perspectiva latinoamericana*. México: CYTED, AECl, DGDC-UNAM.

Lozano, M., 2005. *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología. Panorámica desde los países del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Marx, R. y P. Blumenfeld. 2004. *Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform*. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 41, Número 10 , pp. 1063 – 1080. A Wiley Company.

Massarani, L., *A divulgação científica no Rio de Janeiro: Algumas reflexões sobre a década de 20*. Tesis de maestría. Río de Janeiro, IBCT-ECO/UFRJ, 1998.

OECD. *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*.

Roqueplo, P. 1983. *El reparto del saber*, Barcelona: Gedisa.

Vanosdall, R. y M. Klentschy. *A Randomized Study of the Effects of Scaffolded Guided-Inquiry Instruction on Student Achievement in Science*. Chicago, Illinois. Abril 2007.

Wynne, B. 1995. *Public Understanding of Science*. En: *Handbook of science and technology studies*. Jasanoff, S. et al. Sage Publicaciones, Estados Unidos, páginas 361 – 388.

Young, B. y S. Lee. *The Effects of a Kit-Based Science Curriculum and Intensive Science Professional Development on Elementary Student Science*

*Achievement. Journal of Science Education and Technology. Volumen 14,  
Números 5-6. pp. 471-481. Springer Netherlands. / diciembre de 2005.*

# ANEXOS

## ANEXO 1. Ficha de Recolección de Información Inicial

FICHA DE PROYECTO	
CONTINENTE:	PAÍS:
NOMBRE:	
INSTITUCIÓN OFERENTE:	
DIRECCIÓN WEB:	
ÁMBITO:	
PÚBLICO AL QUE SE DIRIGE:	
COBERTURA:	
DESCRIPCIÓN:	
EVALUACIÓN:	
OBSERVACIONES:	



## ANEXO 2. Ficha de Recolección de Información para Programas y Proyectos

FICHA DE EXPERIENCIAS				No.
Nombre:				
País de origen:				
Entidad responsable:				
Descripción de la entidad:				
Contacto:		Correo electrónico:		
Teléfono:		Dirección:		
Página web:		Fax:		
Fecha iniciación:		Fecha de terminación:		
Réplicas en otros países:				
<b>Ámbito de apropiación:</b>				
<p>Internacional</p> <p>Nacional</p> <p>Regional</p>				

Otros: \_\_\_\_\_

### *Actores vinculados a la experiencia*

*Estudiantes de educación básica*

*Docentes de colegio*

*Gobernantes locales*

*Entidades públicas*

*Entidades o empresas privadas*

*Docentes universitarios*

*Investigadores*

*Público general*

*Secretarías de educación pública*

*Academias de ciencias*

*Museos*

### *Descripción*

*Síntesis del programa:*

*Propósitos:*

Historia de la iniciativa

Estrategias utilizadas en términos de metodología:

Propuesta pedagógica:

Población que atiende (volúmenes de población/rango de edades):

Articulación con las políticas científicas y educativas del país o región:

Materiales disponibles:

