

**DISEÑO DE LA GESTIÓN ESTRATÉGICA Y OPERATIVA PARA EL PROYECTO CLUB  
DE OBSERVADORES DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO**

**DAVID ESTEBAN PULGARÍN CALLE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS  
ESCUELA DE GEOCIENCIAS Y MEDIO AMBIENTE  
MEDELLÍN  
2010**



**DISEÑO DE LA GESTIÓN ESTRATÉGICA Y OPERATIVA PARA EL PROYECTO CLUB  
DE OBSERVADORES DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO**

**DAVID ESTEBAN PULGARÍN CALLE**

**Tesis de presentada como requisito parcial para optar al título de:  
Medio Ambiente y Desarrollo**

**Director:  
José Fernando Jiménez  
Ingeniero Civil  
Master en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos**

**Grupo CÍCLICO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS  
ESCUELA DE GEOCIENCIAS Y MEDIO AMBIENTE  
MEDELLÍN  
2010**



La dinámica del sistema industrial produce su propia inestabilidad: está organizada con miras a un crecimiento indefinido y para la creación ilimitada de necesidades nuevas que pronto se hacen coercitivas. Semejante proceso de crecimiento pone al hombre una exigencia fuera de lugar: encontrar satisfacción en la sumisión a la lógica de la herramienta.

La única solución a la crisis ecológica consiste en que la gente comprenda que sería más feliz si pudiera trabajar junta y prestarse asistencia mutuamente.

Iván Illich

## Resumen

La Red de Observadores del Tiempo Atmosférico (RedOTA) es un sistema reticular de nodos técnicos y sociales, que interactúan con el fin de producir y compartir información sobre el tiempo atmosférico y de apoyar dinámicas culturales y educativas sobre estos mismos temas. En este artículo se describe el proceso de formulación de una estrategia de desarrollo para llevar a la red a una etapa de crecimiento y mejoramiento de la calidad de la información ambiental. Primero se hace un recuento de los proyectos antecedentes a esta iniciativa. Luego se definen los principios éticos y operacionales que sustentan la red, y se describen sus principales actores. Finalmente se presenta el ejercicio colectivo de prospección estratégica, los planes de acción definidos, los indicadores para evaluar el desempeño y algunas conclusiones acerca de las posibilidades de la RedOTA en el entorno social y natural del Valle de Aburrá.

**Palabras clave:** Red de actores, educación ambiental, meteorología, ética, prospección estratégica, convivencialidad.

## Abstract

The Network of Weather Observers (RedOTA) is a reticulate system with technical and social nodes, that interact to produce and share information about the weather and, to support cultural and educational dynamics, on these issues. This article describes the process of formulating a development strategy to bring the network to grow and, improving the quality of environmental information. First there is an account of the history to this initiative. Then is the definition of the ethical and operational principles underlying the network, and the description of its main actors. Finally, we present the collective exercise of strategic exploration, the definition of the action plans, the indicators to assess performance and some conclusions about the possibilities of RedOTA in the social and natural environment of the Aburrá Valley.

**Key words:** Actor network, environmental education, meteorology, ethics, strategic prospecting, conviviality.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1 BASES ÉTICAS, CONCEPTUALES Y OPERATIVAS PARA LA RedOTA</b> .....	<b>4</b>
1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL .....	4
1.1.1 Principios de la educación ambiental .....	5
1.1.2 Contexto institucional de la educación ambiental en Colombia .....	7
1.1.3 Experiencias de educación ambiental reciente.....	9
1.1.4 El clima como atractor en la educación ambiental.....	10
1.2 RED DE ACTORES .....	11
1.3 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS .....	13
1.4 CONVIVENCIALIDAD .....	15
1.4.1 Degradación de la herramienta .....	15
1.4.2 Sociedad post-industrial .....	17
1.4.3 Aprendizaje convivencial.....	17
1.4.4 Investigación radical.....	18
1.5 COMUNIDAD ALREDEDOR DE UN RECURSO COMÚN .....	19
1.6 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA .....	19
<b>2 DIAGNÓSTICO DE ANTECEDENTES A LA RedOTA</b> .....	<b>23</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA RedOTA .....	23
2.1.1 Periodo 1990 - 1997.....	23
2.1.2 Año 1997 .....	24
2.1.3 Año 2001 .....	24
2.1.4 Año 2003 .....	25
2.1.5 Periodo 2004 - 2007.....	26
2.1.6 Año 2007 .....	28
2.1.7 Año 2009 .....	29
2.1.8 Año 2010 .....	35
2.2 INVENTARIO DE LOS RECURSOS .....	44
2.2.1 Guías temáticas .....	44
2.2.2 Conferencias.....	45
2.2.3 Instrumentos de medición .....	45
2.2.4 Estaciones automáticas .....	47
2.2.5 Vías de enlace Web .....	48
2.2.6 Bases de datos .....	49
2.2.7 Alianzas operativas.....	49
2.2.8 Grupo humano .....	50
2.3 REVISIÓN DEL ENFOQUE ESTRATÉGICO .....	50
2.4 DIVULGACIÓN DE LA RedOTA y MONITOREO DEL ENTORNO SOCIAL.....	51
<b>3 DEFINICIÓN DE PROPOSITOS Y PRINCIPIOS DE LA RedOTA</b> .....	<b>52</b>
3.1 RED FÍSICA Y DE SENTIDO .....	52
3.2 CONVIVENCIALIDAD.....	54
3.3 ENFOQUE SISTÉMICO.....	55
3.4 COMUNIDAD ALREDEDOR DEL RECURSO AIRE .....	56
3.5 CALIDAD EN LUGAR DE CANTIDAD .....	57
<b>4 DEFINICIÓN DE ACTORES DE LA RedOTA</b> .....	<b>58</b>
4.1 ATMÓSFERA Y CLIMA DEL VALLE DE ABURRÁ .....	58
4.2 INSTITUCIONES EDUCATIVAS.....	62

4.3	GRUPO BASE UN .....	65
4.4	AULA TALLER LEONARDO DA VINCI - FACULTAD DE MINAS .....	66
4.5	ESCUELA DEL MAESTRO .....	67
4.6	TALLERISTAS .....	67
4.7	GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE UNIVERSIDADES .....	68
4.8	GRUPOS SOCIALES.....	69
4.9	SIATA Y PARQUE EXPLORA.....	70
4.10	INSTRUMENTOS MANUALES .....	70
4.11	ESTACIONES AUTOMÁTICAS .....	75
4.12	PROPIEDADES SISTÉMICAS ALCANZADAS Y POR ALCANZAR.....	76
<b>5</b>	<b>PROSPECCIÓN ESTRATEGICA DE LA RedOTA.....</b>	<b>79</b>
5.1	PREPARACIÓN DE UN TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA.....	79
5.2	COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES DEL TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA .....	83
5.3	CONCLUSIONES DEL TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA .....	87
5.4	AREAS DE DESARROLLO .....	87
5.5	PLANES DE ACCIÓN .....	88
5.5.1	PLAN DE DIVULGACIÓN .....	88
5.5.2	PLAN DE DINAMIZADORES Y ALIANZAS OPERATIVAS .....	88
5.5.3	PLAN DE FLUJO DE INFORMACIÓN EN RED .....	89
5.5.4	PLAN DE DISCUSIONES AMBIENTALES.....	90
5.5.5	PLAN DE CUALIFICACIÓN DE LA MEDICIÓN .....	91
5.5.6	PLAN DE PLURALIDAD DE LAS SINERGIAS.....	92
5.6	INDICADORES CRÍTICOS DE DESEMPEÑO .....	92
5.7	INDICADORES DE GESTIÓN .....	94
5.8	SEGUIMIENTO .....	96
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>98</b>
6.1	SOBRE LOS PRINCIPIOS ÉTICOS.....	98
6.2	SOBRE LOS ACTORES DE LA RedOTA .....	98
6.3	SOBRE EL PROGRAMA DE CONEXIÓN.....	99
6.4	SOBRE LA ESTRATEGIA Y LOS INDICADORES.....	99
<b>7</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Enfoques según niveles de especialización del conocimiento y amplitud de la información.....	14
Ilustración 2. Grupos de variables de la matriz DOFA. ....	21
Ilustración 3. Dimensiones de la RedOTA. ....	52

## LISTADO DE IMAGENES

Imagen 1. Afiche de la convocatoria para talleristas voluntarios RedOTA 2009. ....	34
Imagen 2. Conferencia "Viajes del Agua" en I.E. Juan de la Cruz Posada, sección Agustín Nieto.....	44
Imagen 3. Chorro del Chocó y vientos alisios en la zona andina (Morales, 2006) .....	59
Imagen 4. Variación típica de la concentración de CO en el centro de la ciudad de Medellín (Tomado del boletín Agosto de 2008REDAIRE).....	60
Imagen 5. Informe gráfico REDAIRE sobre concentración de PST y PM10, Agosto 2007. ....	60
Imagen 6. Red de estaciones fijas de monitoreo de la calidad del aire de REDAIRE febrero de 2010. (REDAIRE, 2010). ....	61
Imagen 7. Régimen diario de lluvias en el Valle de Aburrá. (PARH, 2003).....	62
Imagen 8. Comparación de datos promedio anual de pluviosidad, temperatura máxima y mínima de la estación meteorológica artesanal Les Nibelunges, Colegio Colombo Francés, periodo 2007 a 2010.....	64
Imagen 9. Capa de rugosidad en la microescala meteorológica y flujo típico alrededor de un edificio (WMO, 2008).....	71
Imagen 10. Veleta construida por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento).....	72
Imagen 11. Pluviómetro izable construido por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento). ....	73
Imagen 12. Montaje de un pluviómetro (WMO, 2008) .....	73
Imagen 13. Baroscopio construido por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento).....	74
Imagen 14. Termómetros de bulbo seco y húmedo para determinar la humedad relativa.	74
Imagen 15. Guía pictórica para la clasificación de las nubes.....	75
Imagen 16. Taller de prospección estratégica en el Aula Leonardo da Vinci, Facultad de Minas. ....	82

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Instituciones del primer proyecto de Observadores del Tiempo Atmosférico y continuado por el Grupo Abaco. ....	24
Tabla 2. Profesores participantes del proyecto Programa de Alfabetización en Ciencia y Tecnología Leonardo da Vinci. ....	26
Tabla 3. Docentes con una asistencia mínima del 50% de los talleres de meteorología por semestre en la Escuela del Maestro. ....	27
Tabla 4. Cumplimiento de objetivos del proyecto Red Piloto. ....	28
Tabla 5. Asistentes al primer encuentro técnico de la RedOTA. ....	30
Tabla 6. Orden del día del Primer Encuentro Técnico de la RedOTA. ....	30
Tabla 7. Integrantes del Grupo Base UN de la RedOTA. ....	32
Tabla 8. Propuesta inicial para el programa de la RedOTA en Instituciones Educativas. .	33
Tabla 9. Estudiantes que participaron de la capacitación de talleristas de la RedOTA en 2009. ....	34
Tabla 10. Primera fase del programa de la RedOTA para Instituciones Educativas en 2010. ....	36
Tabla 11. Docentes asistentes a la reunión del 24 de Febrero de 2010. ....	38
Tabla 12. Programación inicial de actividades del Programa de Conexión primer semestre de 2010. ....	41
Tabla 13. Programa Conexión ejecutado en el primer semestre de 2010. ....	43
Tabla 14. Guías temáticas de la primera fase del Programa de Conexión. ....	44
Tabla 15. Guías temáticas para la segunda fase del Programa de Conexión. ....	45
Tabla 16. Relación de instrumentos de lectura manual en las Institución Educativa del Programa de Conexión. ....	45
Tabla 17. Listado de estaciones automáticas que pudieran estar dispuestas a compartir información en la RedOTA a 2010. ....	47
Tabla 18. Instituciones Educativas que manifestaron interés en la RedOTA en 2009 - 2010. ....	49
Tabla 19. Listado de estudiantes enlace voluntarios no vinculados al Aula da Vinci. ....	50
Tabla 20. Listado de talleristas de la RedOTA en el primer semestre de 2010. ....	67
Tabla 21. Matriz DOFA de la RedOTA propuesta para el taller de planeación estratégica. ....	80
Tabla 22. Matriz DOFA de la RedOTA elaborada en el taller de planeación estratégica. .	85
Tabla 23. Indicadores críticos de desempeño de la RedOTA para la actual dirección estratégica. ....	92
Tabla 24. Indicadores de gestión para el Plan de divulgación. ....	94
Tabla 25. Indicadores de gestión para el Plan de dinamizadores. ....	94
Tabla 26. Indicadores de gestión para el Plan de flujo de información. ....	94
Tabla 27. Indicadores de gestión para el Plan de discusiones ambientales. ....	95
Tabla 28. Indicadores de gestión para el Plan de cualificación de la medición. ....	95
Tabla 29. Indicadores de gestión para el Plan de pluralidad de las sinergias. ....	95
Tabla 30. Nuevos docentes asistentes a los talleres de meteorología en La Escuela del Maestro el segundo semestre de 2010. ....	97

## **LISTADO DE ANEXOS**

Anexo 1 – Proyecto de Observadores del Tiempo Atmosférico en Colegios de Antioquia – 2001

Anexo 2 – Proyecto de Alfabetización Social en Ciencia y Tecnología – 2004

Anexo 3 – Presentación del grupo de la profesora Mercedes Arrubla

Anexo 4 – Guías temáticas del Programa de Conexión del Grupo Base UN

Anexo 5 – Registros de asistencia a los talleres del Programa de Conexión del Grupo Base UN primer semestre de 2010.

## Introducción

La RedOTA es una iniciativa que se desarrolla a través de la acción individual y colectiva, y se despliega en tres dimensiones: social, educativa y científico-técnica, integradas para formar un amplio enfoque de la realidad climática. Los actores de la red se hacen partícipes de ella mediante una decisión voluntaria, y las únicas condiciones de participación consisten en que cualquier nodo acepte y promueva los principios que la sustentan.

En este momento, debido al cambio climático global, más personas muestran interés en el clima de diferentes formas: algunas como oportunidad de negocios, otras para alimentar el miedo como elemento de control político, otras como objeto de estudio científico, etc. En estas circunstancias la gente necesita tener criterios para distinguir la ciencia creíble entre la ciencia mentirosa (Prothero, 2000); para hacer frente a las muestras de “negacionismo”, que promueven ciertos grupos de interés en asocio con algunos medios masivos de comunicación, hacia el desconocimiento del cambio climático, a pesar del consenso científico, tal como lo hicieron otros en su momento frente a las evidencias de los impactos negativos de pesticidas como el DDT y el Glifosfato (Orestes, 2004); y también, al catastrofismo que lleva a una pasividad que no aporta a la solución de la problemática ambiental.

Se plantea la educación ambiental como una forma de promover la sensibilidad y la comprensión de las actuales circunstancias ambientales en lugar de la obediencia a órdenes impuestos que solo ponen en entredicho la confianza en la libertad y la inteligencia humana. Se considera que las representaciones populares del clima son parte necesaria de un acercamiento a la educación ambiental, que reconoce la participación social en las narrativas culturales y los procesos que conllevan nuestro entendimiento de la naturaleza y la cultura (Mesarch, 2000). El enfoque de este tipo de aprendizaje debe ser el de un proceso donde los participantes tienen responsabilidad para determinar qué necesitan aprender, para identificar los recursos y reportar sus aprendizajes. (Scherrer, 2008). En otras palabras, se propende por un mayor contacto directo con el clima y el tiempo atmosférico en lugar de sus traducciones tecnológicas o los discursos de especialistas.

Formular los principios de un acuerdo básico, ético y operativo, para la participación en la red es uno de los propósitos del presente trabajo, teniendo en cuenta las cinco dimensiones del medio ambiente, a saber:

- La dimensión física es la atmósfera cercana del Valle de Aburrá, con sus fenómenos meteorológicos y climáticos que inciden en el ecosistema y en las prácticas culturales y políticas (inversiones térmicas, distribución de la pluviosidad, dispersión de contaminantes, islas de calor urbano, entre otros), se harán presentes a todos los actores de la RedOTA para que reflexionen sobre sus relaciones con el bienestar, el crecimiento urbano, las formas de organización social y las técnicas de producción.
- La dimensión cultural comprende los múltiples discursos alrededor del aire que tienen los distintos actores sociales, como son: los grupos de investigación, los

docentes, los estudiantes, tanto de educación básica como universitaria, los actores institucionales como REDAIRE o el SIATA, los ambientalistas y los deportistas, entre otros. Para algunos grupos de investigación la atmósfera puede ser objeto de un conocimiento objetivo e impersonal; para los docentes puede ser un área para aplicar las matemáticas y las ciencias naturales; para los estudiantes de los colegios puede ser una fuente de preguntas sobre sus vivencias cotidianas; para los estudiantes de pregrado puede ser a la vez una forma de aprender sobre el medio ambiente y de difundir sus conocimientos hacia otros grupos sociales; para los actores institucionales, el aire, contaminado o las fuertes tormentas, son factores de riesgo a considerar en la gestión ambiental del riesgo en la ciudad; para los grupos ambientalistas, el aire es un elemento esencial para la vida que debe ser manejado con consciencia; para los deportistas es a la vez, un sitio de conocimiento y esparcimiento. Todos estos discursos se cruzarán en la RedOTA y se espera que generen una actitud creativa, incluyente y respetuosa hacia el entorno atmosférico que todos compartimos.

- La dimensión política está implicada en la interacción de grupos humanos con diferentes formas de organización y canales de poder. En ese sentido, la RedOTA se plantea unos principios éticos de autogestión, convivencialidad y horizontalidad. De esta forma se procura que los diferentes propósitos y capacidades de cada uno de los actores se complementen sin perjuicio para ninguno, y que no se estructuren de forma vertical en relaciones de dependencia creativa, o de recursos. Los docentes de las instituciones de educación básica tienen en ocasiones limitaciones técnicas o de recursos para desarrollar sus iniciativas. En cambio los grupos universitarios tienen posibilidades relativamente mayores en este sentido. Los actores institucionales tienen un propósito específico para su actividad. En todo caso se trata de promover la RedOTA como sistema incluyente, donde la coordinación del trabajo es el resultado de la necesidad de comprender el tiempo atmosférico en su distribución espacial, y donde se valora la diversidad creativa concentrada en propósitos compartidos.
- La dimensión económica está relacionada con la gestión de recursos frente al planteamiento de la gratuidad de la información. La RedOTA considera la información sobre el tiempo atmosférico que se genera en ella, como un bien social para el relacionamiento con el medio ambiente. Se trata de compartir información y otros recursos entre personas e instituciones con intereses afines, por fuera de las leyes de la competencia y el mercado.
- La dimensión biótica no se desarrolla aún en la RedOTA, pero tiene un potencial importante. Los seres vivos que habitan el aire del Valle de Aburrá son muchísimos, incluyendo los humanos, pero podrían destacarse otros grupos como las aves, mariposas e insectos. Hay personas que los estudian y podrían mostrar la influencia, no sólo del ser humano, sino también de las condiciones climáticas y meteorológicas en sus hábitos, poblaciones o migraciones. Grupos como estos podrían compartir información sobre las relaciones entre salud, bienestar de los ecosistemas y calidad del aire a cambio de información sobre el tiempo atmosférico, lo que enriquecería el flujo de información en la Red y ayudaría a que se reconozca que el ser humano, aún en contextos urbanos, comparte el ecosistema con otros seres vivos.

Realizar un proceso de planeación estratégica de la gestión, donde se estudian las características del sistema RedOTA y su entorno, a partir de los principios establecidos y los actores existentes, es el otro objetivo del presente estudio.

Primero se hace una revisión bibliográfica de los principios básicos de la educación ambiental, teoría de Red de Actores, la Teoría General de Sistemas, la convivencialidad, las comunidades de recursos y la planeación estratégica. Luego se hace un diagnóstico de las experiencias antecedentes a la RedOTA que han sido promovidas por profesores de la Universidad Nacional de Colombia. Después se definen los propósitos y principios éticos y operativos de la RedOTA y sus actores tanto presentes como potenciales. Finalmente se realiza un ejercicio de prospección estratégica y se definen planes de acción para lograr su crecimiento y fortalecimiento.

## **1 BASES ÉTICAS, CONCEPTUALES Y OPERATIVAS PARA LA RedOTA**

La Red de Observadores del Tiempo Atmosférico es un sistema rizomático de nodos técnicos y sociales que interactúan con el fin, por una parte de poder, de producir y compartir información sobre el tiempo atmosférico y además de generar, propiciar y apoyar dinámicas culturales y educativas, sobre estos mismos temas, que irriguen sobre el medio social efectos éticos, colectivos, incluyentes de acción ambiental. La RedOTA tiene actualmente mayor incidencia en la región metropolitana del Valle de Aburrá, pero su actividad empieza a extenderse hacia otras regiones del departamento de Antioquia – Colombia.

En este capítulo se sintetizan los resultados de la revisión de la bibliografía disponible que ha sido necesaria para el planteamiento de las bases éticas, conceptuales y operativas de la Red, y para definir su estrategia de gestión.

La primera área temática abordada es la educación ambiental. Se definen sus principios básicos, luego se enmarca su contexto actual a nivel global, se hace un breve recuento de su evolución reciente en nuestro país y se termina con la referencia a varios programas similares de monitoreo social del clima en otros países.

Luego se propone la Teoría de Red de Actores, como un enfoque compatible con el pensamiento ambiental pertinente para el reconocimiento de las interacciones de las redes físicas y de sentido, naturales y sociales, en que se sucede la vida humana, y de las cuales la RedOTA es a la vez manifestación y potencialidad.

La Teoría General de Sistemas es abordada en la búsqueda de los conceptos que permitan hacer que el conjunto de la RedOTA sea más vigoroso que la suma de sus individuos y que las diferencias de estos individuos resulten convenientes, complementarias y enriquecedoras para sus propósitos.

Debido a que la RedOTA hace uso de tecnologías educativas, científico-técnicas y sociales, se hace un análisis de un planteamiento ético que relaciona el uso de las herramientas tecnológicas en la sociedad con los umbrales en los cuales se vuelven perjudiciales para el bienestar ambiental. Este planteamiento es denominado convivencialidad.

La RedOTA es también una forma de acción de una comunidad que comparte recursos naturales comunes. Se analiza este enfoque para definir características operativas de la Red en tanto que organización social que actúa en la gestión ambiental.

Finalmente se estudian los fundamentos de la planeación estratégica para definir los pasos hacia un proceso de planeación de la gestión de la RedOTA.

### **1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL**

La educación ambiental es una respuesta a la crisis ambiental que busca “un acercamiento más respetuoso, comprensivo y consecuente con nuestro entorno en todas sus dimensiones: física, biótica, social y cultural” (Maya, 1996). Esta rebasa los escenarios de las instituciones educativas formales en un proceso de aprendizaje que parte desde la reflexión acerca de la cotidianidad y la relación con el medio ambiente. En los términos más generales, la educación ambiental puede ser considerada como “un proceso para llegar a términos pedagógicos dentro de la narrativa compleja generada por las ambigüedades categóricas y entramados que ahora implican los conceptos de sí mismo, cultura, naturaleza y ciencia” (Gough, 1997). Por esto la educación ambiental no puede ignorar cómo y dónde se produce la intención humana, y por esto debe enfocarse en las relaciones humanas, su manejo del lenguaje y el poder, para participar de lleno en las narrativas culturales y en los procesos en los que se genera identidad, intención y conocimiento.

La educación ambiental es, en primera instancia, un movimiento ético, pues solo a partir de ahí se posibilita una renovación conceptual y metodológica de los sistemas de enseñanza y aprendizaje (Villaverde, 1991). Sus principios básicos son por lo tanto de carácter ético y se derivan de la comprensión de la unidad en la relación naturaleza - cultura, la dinámica de los ecosistemas y una pedagogía basada en el aprendizaje antes que en la enseñanza. Estos principios requieren, y a la vez implican, una clarificación conceptual para pasar después a su desarrollo metodológico.

La definición de lo que se entiende actualmente por educación ambiental y las características que le son propias se han venido debatiendo en el contexto internacional desde la década de los 60 en diversas conferencias organizadas por instituciones como la ONU y la UNESCO, entre otras. En el año 1973 surge el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En 1975 se aprobó el primer proyecto trienal del Programa Internacional para la Educación Ambiental, en el marco del PNUMA y elaborado por la UNESCO. El programa aclaraba la necesidad del enfoque interdisciplinario de la educación ambiental. En 1977 se llevó a cabo la primera Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental en Tbilisi. Acá se definen objetivos como “aproximar a la comprensión de las interdependencias entre medio ambiente y desarrollo, atender a la toma de conciencia, considerar el medio ambiente en su totalidad” y proponen estrategias como “promover la investigación universitaria sobre educación ambiental y la retroalimentación de los procesos de enseñanza”.

A través de todo este debate internacional se han logrado definir algunos principios básicos éticos, conceptuales y metodológicos de la educación ambiental. Estos sirven de punto de partida para la formulación de programas educativos sobre el ambiente que, por supuesto, deben ser adecuados operativamente a las circunstancias y condiciones en cada localidad.

### **1.1.1 Principios de la educación ambiental**

#### **Desde la ética (Villaverde, 1991)**

1. La postura del ser humano con relación a su entorno se revisa de modo radical y se lo ayuda a comprenderse a sí mismo como integrante del medio ambiente.

2. Se comprende y siente que toda nuestra actividad diaria está implicada en el diálogo naturaleza – cultura.
3. Los problemas ambientales se abordan para realizar un proceso de observación, reflexión e investigación sobre sus orígenes y consecuencias.
4. Se promueven planteamientos solidarios hacia la humanidad como cohabitantes de la ecósfera y el reconocimiento de la finitud de los recursos.
5. La emergencia de estos valores (solidaridad, integralidad, respeto, actitud de investigación) se busca primordialmente a través de la experiencia y no sólo por la vía del entendimiento.
6. Se desarrolla una nueva actitud de comunicación con la realidad, donde se involucra la afectividad hacia lo que hacemos. Esto supone ir más allá de la observación para llegar a compartir y construir comunitariamente el conocimiento.
7. Se introduce una educación política para que, habiendo decidido lo que debe hacerse, se disponga de la capacidad política para influir en la vida pública.

Estos principios muestran que la pedagogía ambiental tiene un carácter crítico y creativo al involucrar las personas en procesos problematizadores donde se pone en juego la emotividad hacia la vida y la de las comunidades. Esto requiere que se generen espacios lo suficientemente abiertos para permitir y promover las propias reflexiones y valoraciones.

### **Desde lo conceptual (Villaverde, 1991)**

La apertura de los espacios de educación ambiental no significa laxitud conceptual en la consideración de las observaciones sino por el contrario la intención de comprenderlas en el marco total de la comunidad, los ecosistemas y la vida, lo cual constituye un reto epistemológico y práctico. En ese sentido, Augusto Ángel Maya dice que “un educador ambiental tiene que ser un constructor de ciencia, porque no está en los libros, no hay una concepción clara de lo que es lo ambiental o de lo que es educación ambiental y con los instrumentos científicos que tenemos no es posible hacer educación ambiental.” (Maya, 1996). Y cuando él se refiere a “constructor de ciencia” lo hace en el sentido clásico de oposición al dogma y al principio de autoridad, y no en el sentido de la ciencia positiva que separa el objeto del sujeto, suponiendo que el último no influye sobre el primero y que la racionalidad es objetiva. Esto implica que debe establecerse un marco conceptual para realizar la integración de diversos conocimientos culturales, científicos y políticos.

1. El concepto global del medio ambiente en la relación sociedad-naturaleza.
2. El concepto del ecosistema no como una unidad en el espacio, sino como un nivel de organización.
3. La concepción sistémica del entorno, los sistemas en equilibrio estacionario, las estructuras disipativas, el orden por fluctuación y la autoorganización.

4. El marco espacio-temporal en que sucede la dinámica de los ecosistemas, los ciclos y los campos.
5. La energía como medio de desarrollo social.
6. La tecnología como herramienta para la libertad, la sobrevivencia y la equidad comunitaria.

### **En la metodología (Villaverde, 1991)**

Estos principios en lo ético y conceptual implican, para su realización, de una especial metodología pedagógica donde se potencie: la capacidad de aprendizaje en lugar que la transmisión de conocimientos acabados, la valoración y reflexión sobre las actitudes personales, la experiencia colectiva con la realidad, y no menos importante, la interdisciplinariedad. Algunas aplicaciones metodológicas son:

1. Sustituir, siempre que sea posible, las representaciones simbólicas de la realidad por la experiencia directa en el entorno escolar.
2. Relacionar la escuela con la vida. Abrirse a los problemas de la familia, del barrio, de la comunidad.
3. Realizar observaciones compartidas en equipos interdisciplinarios.
4. Hacer de la problematización el eje central de la pedagogía.

### **1.1.2 Contexto institucional de la educación ambiental en Colombia**

Desde 1991 el Ministerio de Educación Nacional, con la ayuda de expertos de universidades y ONGs, ha procurado implementar el programa oficial de Educación Ambiental.

En 1992 se firma un convenio con la Universidad Nacional - IDEA con el propósito de concretar la misión, estrategias y metodologías de trabajo que constituirían el programa de Educación Ambiental. La construcción de la propuesta tuvo tres etapas. 1992-1993, fase de exploración, donde se detectaron proyectos y actividades de Educación Ambiental. 1993-1994, fase de profundización, donde se realiza una reflexión teórica sobre manejo de la información y formas de rebasar los obstáculos que se detectaban. 1995-2002, fase de proyección, donde se realiza la difusión de los Lineamientos para una Política de Educación Ambiental.

La fase de profundización tuvo uno de sus mayores logros en la inclusión de la Educación Ambiental en la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación). Dicha Ley, en el Artículo 5, inciso 10, define como uno de los fines primordiales de la educación: "La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica...". Para el mismo año, el Decreto 1860 de 1994 reglamenta la Ley 115, incluyendo entre otros aspectos el Proyecto Educativo Institucional (PEI) que entre sus componentes pedagógicos ubica al Proyecto Ambiental

Escolar (PRAE), como uno de los ejes transversales del currículo de la educación básica. Finalmente, el Decreto 1743 de 1994 institucionaliza el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, fija criterios para la promoción de la Educación Ambiental no formal e informal, y establece los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente para todo lo relacionado con el proceso de institucionalización de la Educación Ambiental.

La Política Nacional de Educación Ambiental del año 2002 tienen entre sus objetivos específicos, por una parte, propiciar la discusión conceptual a nivel nacional, regional y local sobre el tipo de sociedad y de desarrollo que se requieren para la sostenibilidad ambiental del país, en el contexto de la diversidad natural, social y cultural propias, y el papel de la Educación Ambiental en este aspecto particular. Por otra, generar procesos de investigación que, desde lo educativo-ambiental, permitan una reflexión crítica sobre la problemática ambiental y su proyección a la comprensión de problemas locales, regionales y/o nacionales. Así mismo busca promover mecanismos que permitan la difusión y socialización de los resultados y procesos significativos, de investigaciones que se realicen tanto en el campo de lo ambiental, como de la Educación Ambiental. (MMA, 2002)

En el proceso de definición de esta política se realizó un diagnóstico de la Educación Ambiental en el país, por medio de encuentros de maestros y evaluación de proyectos para determinar los principales obstáculos para la implementación de una política pública al respecto. A continuación se enumeran los problemas más importantes (MMA, 2002):

1. Falta una conceptualización clara respecto al ambiente y la educación ambiental.
2. Descontextualización de las actividades debido a que no se parte de un diagnóstico regional.
3. Concentración en las actividades de conservación ecológica, dejando a un lado los aspectos sociales.
4. Tendencia a los enfoques catastrofistas.
5. Dificultad para que los proyectos de Educación Ambiental se constituyan en proyectos de investigación en Educación Ambiental.
6. Escasa difusión por parte de las instituciones encargadas de las investigaciones ambientales.
7. Dificultad para realizar cambios de mentalidad.
8. Pocos resultados en los procesos de formación docente emprendidos desde la Universidad.
9. Estructura escolar rígida que ha propiciado que los maestros que desean realizar actividades de Educación Ambiental lo hagan de forma extracurricular.

En términos generales la Política Nacional de 2002 se puede plantear desde los siguientes tópicos: a) Trabajo por problema ambiental, a través de proyectos escolares (PRAES); b) Construcción de escuela abierta con proyección comunitaria; c) Formación

permanente de maestros y dinamizadores ambientales a través de la investigación; d) Construcción de currículos flexibles; e) Formación para el trabajo intersectorial, interinstitucional e intercultural; f) Formación para el trabajo interdisciplinario; y, g) Formación para el reconocimiento de género.

Trascurre actualmente el “Decenio de las Naciones Unidas para la Educación con miras al Futuro Sostenible” (2005 – 2014), que pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. En el marco de esta iniciativa, la Organización Iberoamericana de Educadores agrupa las posibles acciones concretas en los tres campos: 1) Consumo responsable, 2) Comercio justo y 3) Activismo ciudadano ilustrado. Dentro del último se tienen acciones de educación ciudadana donde se explore y practique qué podemos aprender y hacer nosotros mismos y también acciones sociopolíticas que potencien la sensibilidad, comprensión y compatibilidad con los derechos humanos y de todos los seres vivos (OEI, 2009).

### **1.1.3 Experiencias de educación ambiental reciente**

Muchas de las experiencias de educación ambiental no han logrado ir más allá del discurso ecológico sin buscar comprender como se insertan la tecnología y las relaciones humanas en la evolución de la vida. (Maya, 1996) Esas propuestas no logran enfocar las relaciones de la sociedad con el medio ecosistémico, ni la cultura como una construcción sobre la naturaleza, ni la transformación de la naturaleza a través del trabajo, y su alcance queda limitado a un conservacionismo que se estrella contra las prácticas cotidianas al no servir para plantearse preguntas acerca de los reales márgenes de participación y maniobra de la sociedad humana.

Hay sin embargo propuestas integradoras, que merecen llamarse ambientales, porque han buscado tener en cuenta todas las dimensiones en que se da la relación sociedad-ecosistema. A partir de estas se han encontrado claves elementales para la educación ambiental.

El planteamiento del problema ambiental en contextos urbanos (Restrepo, 1996) a través del análisis de los flujos de recursos desde y hacia la ciudad, ha sido propuesto como una herramienta válida para visualizar las interacciones sociedad naturaleza. Por medio de preguntas directas acerca de los recursos materiales que consumimos y el desarrollo de experimentos simples de los procesos biológicos que se involucran en su fabricación, acopio y disposición, se logra por lo menos valorar la magnitud del problema ambiental que implica la concentración urbana.

La educación ambiental también se ha planteado desde la ética como una forma de incidir en las estructuras del pensamiento occidental que separan lo público de lo privado, lo objetivo de lo subjetivo, la sociedad de la naturaleza, al ser humano de “lo otro” (Quiceno, 1996) En esta área se han desarrollado experiencias de construcción colectiva de la historia del barrio donde se involucran a todas las generaciones de la comunidad y se abordan los problemas sociales y ecológicos que se generan adentro y afuera de la sociedad humana.

#### **1.1.4 El clima como atractor en la educación ambiental**

A continuación se describen las principales características de dos programas de alcance internacional que hacen investigación sobre el clima con la participación activa de estudiantes, docentes y científicos.

##### **1.1.4.1 El Programa GLOBE**

Es un programa promovido por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de EEUU que cubre las componentes biofísicas de atmósfera, hidrología, suelo, cobertura vegetal, fenología y manejo de GPS. Se trata de un proyecto de educación en ciencias, a la vez que de participación en investigación científica por medio de la medición de variables y el envío de estas a una base de datos compartida para su análisis. El programa está dirigido a estudiantes de escuela primaria, media y secundaria en todo el mundo, aunque la mayoría de sus participantes son de EEUU. Cuenta con una amplia documentación en cuanto a fichas introductorias, guías para maestros y estudiantes, talleres, evaluaciones, protocolos de medición, registro y envío de la información. (<http://globe.gov/>)

Cada tema de investigación es abordado en un protocolo donde se definen los conceptos científicos utilizados y se especifican las técnicas, frecuencia, materiales y forma de registro de la medición. Se hace énfasis en la precisión, consistencia, persistencia y cobertura de las mediciones.

El proyecto cuenta con el apoyo de un panel de científicos en las diferentes componentes que resuelven preguntas y brindan soporte a los estudiantes y maestros. Los científicos que quieren apoyar y trabajar con los estudiantes y los maestros deben ponerse en contacto con la dirección de investigación del programa o con las campañas de medición.

La componente de Investigaciones de la Atmósfera y el Clima es dirigida por la Escuela de Meteorología de la Universidad de Oklahoma. La dinámica atmosférica se enfoca a través de procesos de investigación con mediciones diarias de nubosidad, precipitación, PH de la precipitación y temperatura.

En la componente hidrológica los estudiantes realizan mediciones semanales de transparencia, temperatura, Oxígeno disuelto, PH y conductividad de algún cuerpo de agua cercano.

En el estudio de suelo se realiza muestreo para determinar el perfil del suelo, y se toman mediciones de humedad a diferentes profundidades.

Para el estudio de cobertura vegetal se plantea el análisis de un área de 15 x 15km donde se determina el tipo de cobertura, las especies presentes y su cantidad.

Cuentan con un sitio en Internet a donde se envían los resultados de las investigaciones para crear bases de datos y análisis compartidos; se presentan noticias y actualización de información, y se indican los contactos requeridos para incorporarse al programa. El sitio se encuentra dividido en secciones para estudiantes, maestros, científicos y asociados.

Los maestros que quieren vincular a los estudiantes al programa deben asistir a talleres presenciales contactando una oficina local.

Para la comunidad afuera de EEUU el programa se implementa a partir de un acuerdo bilateral entre gobiernos. Colombia ya está entre los países asociados y cuenta con 25 escuelas o colegios participantes (24 en Bogotá), pero la cantidad de paquetes de información enviados no supera en ningún caso los 2 reportes por colegio.

#### **1.1.4.2 Proyecto S'COOL (Students Clouds Observations On Line)**

Este es un proyecto impulsado por la NASA de EEUU, que ha cumplido 12 años de ejecución. Está enfocado a la observación de nubosidad como instrumento para la validación de la información de imágenes de satélites CERES (Cloud and Earth's Radiative Energy Satellite <http://science-edu.larc.nasa.gov/SCOOL/index.php>)

Se dirige a grupos de estudiantes de primaria y secundaria. Los requerimientos físicos son solamente un sitio para observar el cielo y la adecuada sincronización con el recorrido del satélite.

En Colombia se reportan 50 instituciones participantes, pero no se tiene conocimiento de su nivel de actividad en el aporte de información ya que esta no es de acceso público. 4 de estas instituciones están en el departamento de Antioquia. La institución educativa Miguel Valencia del municipio de Jardín, el CEFA del municipio de Medellín, la institución educativa Encenillos del municipio de Girardota y el Instituto Técnico Industrial del municipio de El Santuario. Estas instituciones además de los reportes de cobertura del cielo envían mediciones diarias de temperatura, humedad de la superficie del suelo, precipitación y PH de la precipitación.

La institución Miguel Valencia liderada por la profesora Mercedes Arrubla lleva aportando información a este proyecto desde 2001, por lo que, en el año 2009, recibió un reconocimiento de la Universidad de Oklahoma quienes aportaron un conjunto de pluviómetros para la cuenca donde está la institución y la visita de una profesora de la mencionada universidad.

#### **1.1.4.3 Red Piloto de Información Hidrometeorológica del Valle de Aburrá**

En el próximo capítulo se realiza un completo diagnóstico de la evolución y estado actual de este proyecto, que constituyó el punto de partida para la RedOTA.

### **1.2 RED DE ACTORES**

Desde un punto de vista post-estructuralista se reconoce que las redes discursivas con las que tenemos contacto en nuestra vida cotidiana producen nuestras identidades como actores en el mundo y regulan las prácticas culturales a través de las cuales interactuamos con la naturaleza (Wenger, 1998).

En la comprensión y participación del entorno atmosférico y el clima, encontramos dos enfoques diferentes que corresponden a las dos vertientes de construcción del conocimiento que se distinguen en la sociedad moderna. Por un lado está la ciencia, manejada por científicos y especialistas técnicos que aplican las ciencias física, estadística y matemática para describir fenómenos, y que consideran que existe una “realidad objetiva”, la cual es independiente de nuestra representación. Por otro lado está el constructivismo social, el cual considera que las cosas no existen independientemente de su significado y que nuestra experiencia del mundo está influenciada por cómo nos lo representamos (Cupples, 2009). Esto no quiere decir que las cosas solo existen en nuestra imaginación, desconectada de la realidad material, sino que son socialmente construidas en un ambiente con condiciones, y no de forma arbitraria o aleatoria. Por esto, en última instancia, debe considerarse que la comprensión científica constituye otra forma de construcción sociocultural. Esto significa que la ciencia es un discurso más dentro de una diversidad de discursos construidos, entre los que tiene que existir un diálogo permanente con el fin de abordar las problemáticas ambientales.

Por ejemplo, los enfoques de gestión tradicionales acerca de los problemas relacionados con la contaminación del aire se basan principalmente en una interpretación científica de la dimensión físico-biótica, y supone en gran medida que la generación de más estadísticas hará que las autoridades y la ciudadanía actúen en contra de la contaminación (Gough, 1997). En este acercamiento se tienden a desestimar las construcciones culturales y sociales en forma de prácticas, discursos y conocimientos que tienen las comunidades y que definen su tejido de relaciones respecto a la práctica técnico-científica, las autoridades públicas, la participación política comunitaria y su construcción como naturaleza, entre otros aspectos. Esto ha propiciado el fracaso de diversas iniciativas de reconocimiento y acción por la mejora ambiental.

La Teoría de Red de Actores se implementa en casos específicos, situados espacial y temporalmente, para realizar una correcta observación de las relaciones entre actores. Se utiliza como una herramienta para superar los dualismos naturaleza – sociedad, estructura – acción y abordar las problemáticas en las que no se pueden separar ni distinguir las influencias sociales y biofísicas en los análisis. El objetivo es tener una amplísima y diversa concepción de las percepciones e intereses (Perkins, 2007).

En tal caso, el tiempo atmosférico se considera un actor en una red que participa, interactúa y se relaciona con otros actores mediante sus propiedades semióticas, propiciatorias y materiales, las cuales se vuelven más visibles además de poderse medir, organizar y categorizar, como una entidad material preestablecida (Cupples, 2009).

La Teoría de Red de Actores ha sido utilizada para analizar la implementación de políticas agro-ambientales en la Unión Europea y EEUU. En estos estudios se exploran las identidades que se dan los actores (humanos y no humanos) a sí mismos y entre sí, para encontrar las relaciones profundas de poder y lenguaje que existen entre ellos, y afrontar las tensiones discursivas que se presentan en proyectos públicos de conservación ambiental a propósito de prácticas agrícolas. (Burgess, 2000) (Kaljonen, 2006) (Ferreira, 2008). También se ha aplicado al estudio de los discursos relacionales entre humanos y no humanos en los flujos de agua urbanos donde se tiene la asociación comunidades humanas, sistemas hidrológicos e infraestructura física. (Käiika, 2005) (Kortelainen, 1999).

De los estudios anteriores se extrae que los tres principios analíticos de la teoría Red de Actores son:

1) El analista debe seguir los procesos relacionales hacia cualquier actor involucrado, considerando cualquier entidad que tenga capacidad para actuar. Las categorías a priori de evento social o natural deben ser abolidas en el análisis.

2) Lo social y lo natural se deben explicar conjuntamente para que todas las influencias, naturales y sociales, sean reconocidas, constituyendo lo que se llama simetría generalizada.

3) Los actores se pueden unir a través de las diferencias conceptuales como local – global, social – técnico, natural – cultural en un principio de libre asociación.

Las críticas que se hacen a la Teoría Red de Actores mencionan que ésta tiende a enfocarse en los actores más poderosos o a desestimar la intención humana (Bowker, 1999). Considerando la base materialista de la Teoría de Red de Actores, Gareu (2005) y Castree (2002), hacen una crítica en la que se considera que la teoría desestima la importancia de las relaciones sociales y no concibe que existan asociaciones que tengan mas poder que otras; es decir, se enfoca principalmente en el nivel social micro y tiene dificultad para incluir análisis globales.

Desde la Teoría Red de Actores, Fox (1999), realizó análisis sobre los procesos de aprendizaje social y las comunidades de práctica. Según el autor, se requieren dos instancias, para la generación de conocimiento social, a saber:

1) Utilizar tecnologías que produzcan “móviles inmutables”. Estos son conjuntos de información que tienen entre sus propiedades la fácil representación, reproducción, movilización y validación compartidas a través de diversos actores. Ejemplos son los mapas y libros que se difundieron a partir de la invención de la prensa tipográfica.

2) Generar dispositivos para gestionar aliados, entendiendo esta gestión como la capacidad de problematizar, interesar, comprometer y movilizar actores dentro de la comunidad. Ejemplos de esto son las redes de pensadores, científicos, empiristas y traductores que se tejen alrededor de cualquier objeto de estudio a medida que este gana interés por parte de miembros de las comunidades.

### **1.3 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS**

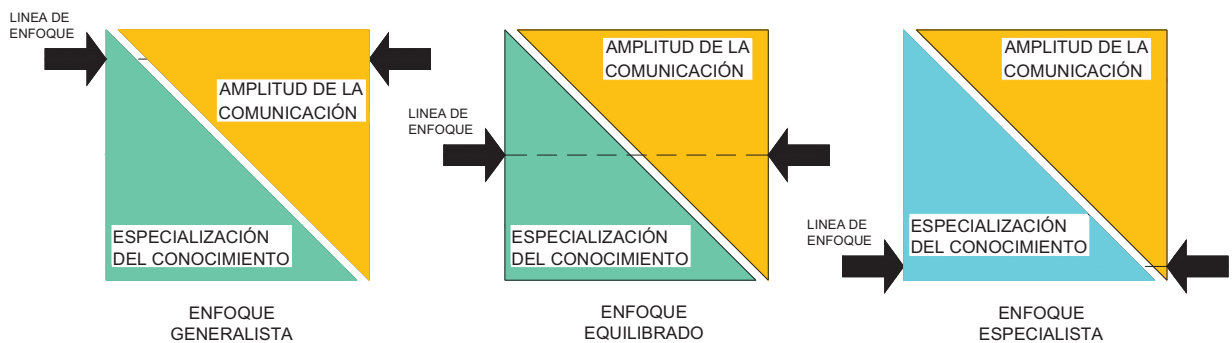
La Teoría General de Sistemas (TGS) surge porque existen fenómenos que sólo son explicados teniendo en cuenta el todo del que forman parte; es decir, donde la consideración de las partes, separadas de la totalidad, no logra dar explicación de la ocurrencia de los mismos. En un sistema hay que estudiar, además de las partes, la totalidad, pues en la interacción de los constituyentes emergen propiedades que no tiene ninguno de los elementos de por sí (Restrepo, 2006).

Los dos conceptos principales en que se apoya la TGS son la sinergia y la recursividad (Bertoglio, 1982).

La sinergia es cuando la suma de las partes es diferente del todo o cuando el examen de una parte no predice la conducta del todo. Se dice que cuando hay un objeto sinérgico hay un sistema.

La recursividad es la propiedad de que los subsistemas son a su vez sistemas en sí y comparten propiedades con la totalidad. Hay recurrencia cuando una parte del sistema es capaz de reproducir las propiedades del mismo.

En el análisis de los sistemas surgen también aportes a la teorías de la información, la organización y el conocimiento (Bertoglio, 1982). Se ha planteado que al analizar un sistema hay una relación inversa entre la generalidad del enfoque y el nivel detalle con que el sistema se logra definir; es decir que, al aumentar la generalidad se pierde en contenido y especificidad en el enfoque. Esto se encuentra ilustrado a continuación.



**Ilustración 1. Enfoques según niveles de especialización del conocimiento y amplitud de la información.**

Esto significa que es necesario ajustar el nivel de generalidad al propósito del estudio, que puede ser la identificación de vacíos interdisciplinarios o la búsqueda de la reorganización del conocimiento, ya que asociado a este van un grado de especialización y una amplitud de la comunicación alcanzable.

Otra conclusión del análisis de sistemas aplicado a la teoría de la información es saber que la generación de conocimiento requiere de la preparación, adecuación y sensibilización de los centros receptores de información, pues de lo contrario se presentará un flujo de información sin la capacidad de concentración requerida para su entendimiento.

Actualmente la teoría general de sistemas tiene dos enfoques complementarios (Bushev, 1994). El primero se basa en estudiar cuatro aspectos claves de los sistemas:

1. Población: Actores e individuos que componen el sistema. En este aspecto se estudian factores de escala, magnitud y diferencias entre actores.
2. Interacción individuo – entorno: El entorno del individuo es parte del sistema y por eso se estudia la interacción de cada uno de los actores con el resto del sistema.
3. Crecimiento e interacción: Los factores de la dinámica y crecimiento del sistema llevan a diferentes formas de interacción dentro del mismo y de este con su exterior.

4. Información – Comunicación: Como se mencionó previamente, existe una relación entre la especialización de la información y la habilidad para comunicarla a diferentes integrantes del sistema.

El segundo enfoque se basa en un análisis de la complejidad en las dimensiones. Se supone que la complejidad del sistema aumenta a medida que incorpora más dimensiones, y esto implica la necesidad de una capacidad de concentración creciente para preservar la integridad del mismo.

Estos enfoques son complementarios ya que no se trata de hacer una simple disección del sistema sino de establecer las formas de diferenciación e integración que están actuando simultánea y continuamente.

## **1.4 CONVIVENCIALIDAD**

La convivencialidad es un concepto desarrollado por Ivan Illich a través de su obra de crítica de la sociedad industrializada como una forma no-convivencial de uso de las herramientas tecnológicas que conduce a la contaminación física, la polarización social y la impotencia psicológica de su población actual (Illich, 1985). Las herramientas industriales han resultado del proceso de institucionalización de los valores que va disecando la creatividad de los individuos del conjunto social, restringidos a formas erosivas de trabajo y consumo. La convivencialidad define tres criterios para la valoración de la utilidad ambiental de las herramientas: supervivencia, equidad y autonomía creadora. El cumplimiento de estas tres condiciones busca que las herramientas sirvan para expandir el campo de acción personal y de la comunidad, y prevenir que el colectivo termine avasallado, segregado o reducido por la tecnología.

Este concepto de convivencialidad encuentra resonancia en los campos del decolonialismo, el decrecimiento y la sustentabilidad (Escobar, 1999).

De la obra de Ivan Illich tomamos cuatro elementos: primero el estudio de cómo la herramienta tecnológica se degrada para terminar coartando la libertad y creatividad de las personas; luego se muestra la propuesta de sociedad post-industrial; en tercer lugar, las formas de aprendizaje convivencial y finalmente se plantea la investigación radical como una metodología para detectar los umbrales de utilidad de las herramientas tecnológicas.

### **1.4.1 Degradación de la herramienta**

La supervivencia humana depende de nuestra capacidad para aprender muy pronto y por nosotros mismos lo que no podemos hacer. Siempre será necesario controlar nuestra reproducción, nuestro consumo, el uso que damos a las cosas y el vivir en armonía con nuestro entorno. Pero en lo que respecta a la comprensión y conciencia del entorno, es evidente que la mayor parte de las personas desconocemos nuestra influencia sobre otros y la vida. Al preguntarse cuando se perdió la capacidad (o la voluntad) de apreciar las consecuencias de nuestras acciones sobre la vida, la respuesta nos lleva al surgimiento

de la modernidad y al uso industrial de las herramientas. Aquí encuentra Ivan Illich un punto de inflexión clave en la historia de la sociedad humana. Desde el momento en que el medio para alcanzar un fin se convierte en el fin en si mismo, las herramientas que supuestamente servirían para dar más alcance a nuestra energía se vuelven las rectoras de nuestras acciones (Illich, 2005).

Por ejemplo, actualmente el aprendizaje de lo esencial para la supervivencia humana se encuentra obstaculizado por la industrialización de la educación, en la forma de la escolarización obligatoria y el gran complejo de especialidades que generan prescripciones y bienes de consumo para una creciente cantidad de aspectos de mercado. Esta situación restringe la capacidad de un aprendizaje colectivo, autónomo y extendido, para reemplazarla por el comercio de una mercancía llamada conocimiento ofrecida por especialistas. Por este motivo Ivan Illich hace una profunda crítica a la escolarización. Según él, la escolarización obligatoria se establece como una forma de “acoplar” a las personas a una la sociedad de explotación, consumo y escasez, apoyándose en la táctica de la segregación de los no escolarizados, la centralización de la instrumentación del saber bajo el control de los maestros y el tratamiento social estratificado de los estudiantes. La propia definición de la educación la hace proveedora de un bien en lugar de convertirse en herramienta de aprendizaje convivencial (Illich, 1985).

La degradación de las herramientas se ha dado casi en todos los aspectos de la vida humana cuando unas necesidades no materiales son transformadas en demanda de bienes de consumo obligatorio. Algunos ejemplos de esta degradación pueden ser:

1. La producción de alimentos baratos nada tiene que ver con una buena nutrición. Hemos pasado de conocer cómo y en qué condiciones se produce la comida que nos conviene para dejar que unos especialistas en industria alimentaria decidan qué comeremos. Este proceso ha polarizado la sociedad a los extremos de sobrepeso y hambruna. Se ha deteriorado el suelo y el aire con el uso generalizado de agroquímicos y al día de hoy tenemos una gran desinformación y una capacidad reducida y costosa para decidir sobre nuestra alimentación, pues nos chocamos a cada paso con los monopolios del suelo, las semillas, los abonos, el transporte, la comercialización, etc.

2. El sistema médico no es garantía de posesión de buena salud. Al entregarle la definición del estado de salud y las prácticas sanitarias básicas a especialistas hemos perdido nuestra capacidad de cuidarnos y sanarnos pasando a ser consumidores de productos médicos que no comprendemos y que no curan sino que prolongan la enfermedad. En este caso es notable cómo la sociedad desconoce técnicas sencillas y antiguas para atender sus dolencias y necesidades físicas y se ha vuelto dependiente de un costoso sistema de médicos, clínicas, laboratorios e industrias farmacéuticas. Es la industria de la salud la que está detrás de la explosión demográfica y el debilitamiento general de la población.

3. El automóvil realmente no mejora nuestra capacidad como sociedad humana para movilizarnos. Es una grandísima fuente de contaminación ambiental, control político y una forma de segregación de las personas. Los costos totales para mantener este sistema de transporte son cada vez más elevados. El incremento de la velocidad de desplazamiento, como medio para llegar más lejos se convirtió en el fin de los fabricantes de automóviles, y al sobrepasar el umbral de velocidad en que pueden desplazarse los demás comienza a polarizar la sociedad y a segregar a los que van mas despacio.

4. La “seguridad” realmente no nos permite vivir más tranquilos pues se ha vuelto un producto industrial que requiere del principio de escasez para impulsar su consumo. Igualmente los costos sociales para adquirirla son cada vez mayores. Al tergiversarse la seguridad como medio para la paz, y convertirla en un fin en si mismo ya no habrá recursos suficientes para producirla, pues esta sola concepción genera polarización e impotencia al venderle a las personas la idea de que por si solos son incapaces de vivir tranquilos.

### **1.4.2 Sociedad post-industrial**

Como individuos en la sociedad estamos definidos por las relaciones con los otros, con el ambiente y por la estructura de las herramientas que utilizamos. Estas relaciones pueden ordenarse en una serie continua cuyos extremos son la herramienta como instrumento dominante y la herramienta convivencial. La relación industrial es reflejo condicionado, una respuesta estereotipada del individuo a los mensajes emitidos por otro usuario. La relación convivencial, en cambio, es acción de personas que participan en la creación de la vida social. Trasladarse de la productividad a la convivencialidad es sustituir un valor técnico por un valor ético, un valor material por un valor realizado. Como convivencialidad debe entenderse lo inverso de la productividad industrial. La convivencialidad es la libertad individual, realizada dentro del proceso de producción, en el seno de una sociedad equipada con herramientas eficaces (Illich, 2005).

A partir de este concepto se plantea que necesitamos de una herramienta con la cual trabajar, y no de instrumentos que trabajen por nosotros. Necesitamos de una tecnología que saque el mejor partido de la energía y la imaginación personales, no de una tecnología que nos avasalle y programe. Este tipo de herramienta, que Illich denomina justa, responde a tres exigencias: es generadora de eficiencia sin degradar la autonomía personal; no suscita ni esclavos ni amos; expande el radio de acción personal. (Illich, 2005).

### **1.4.3 Aprendizaje convivencial**

En el proceso de degradación de la educación hacia su aplicación industrial se dan dos etapas. Primero, la enseñanza no convivencial tiene efectos educativos que alcanzan un umbral intolerable: la educación comienza a ser el dominio de especialistas y una parte de la población es segregada de la misma. Segundo, la educación universal no es económicamente viable como aplicación industrial, como bien de consumo. Por mas que se invierte en la escolarización obligatoria lo que se obtiene es mayor dependencia para aprender y mayor ignorancia de la propia realidad en que se vive.

El primer punto demuestra la necesidad de una transición hacia una sociedad donde el trabajo, la recreación y la política, favorezcan el aprendizaje, una sociedad que funcione con menos educación formal. El segundo señala la necesidad de poner en vigor soluciones educativas que faciliten la adquisición espontánea del saber y que confinen la enseñanza programada a casos limitados y claramente específicos (Illich, 1978).

Illich plantea la necesidad de investigaciones sobre el uso de la tecnología para crear instituciones que atiendan la acción recíproca, creativa y autónoma entre personas y a la emergencia de valores por fuera del dominio de fines tecnócratas. Propone que la alternativa más radical para la escuela sería una red o servicio que diera a cada persona la misma oportunidad de compartir sus intereses actuales con otros motivados por iguales intereses. Educación para todos, educación por parte de todos. No es el reclutamiento en instituciones especializadas, sino sólo la movilización de toda la población lo que puede conducir a una cultura popular. (Illich, 2005). Se trata de propiciar la combinación de una información ampliamente extendida y la aptitud general de sacarle partido. De esta manera, el saber global de una sociedad crecería cuando al mismo tiempo se desarrolle el saber adquirido espontáneamente y el saber recibido de un maestro; entonces el rigor y la libertad se conjugan armoniosamente.

Algunos ejemplos de herramientas convivenciales para el aprendizaje son: el alfabeto, la imprenta, el libro y la biblioteca. Esta última siendo el mejor ejemplo, pues es un sitio que ofrece libre acceso, no obedece a programas rígidos, es un sitio donde se toma o se deja lo que se quiere, está fuera de toda censura.

#### **1.4.4 Investigación radical**

En la actualidad la investigación científica se orienta masivamente hacia la reducción de la autonomía del ser humano, a través de dos objetivos: por una parte, garantizar el avance tecnológico que permita producir mejores productos; por otra parte, aplicar el análisis de sistemas a la manipulación de la supervivencia de la especie humana, a fin de preservar su mejor consumo (Illich, 2005).

La investigación radical persigue también dos objetivos: por una parte presentar criterios que permitan determinar cuándo una herramienta alcanza un umbral de nocividad; por otra, inventar herramientas que optimicen el equilibrio de la vida y así maximicen la libertad de cada uno. El objetivo de tal investigación es comenzar a buscar dentro de qué campos las colectividades humanas concretas pueden usar la técnica para satisfacer sus necesidades sin provocar prejuicios a los demás.

El método de este tipo de investigación requiere definir las varias escalas y medios en que se desarrolla la existencia social humana. Cada uno de estos medios tiene su espacio y su tiempo, sus personas y sus recursos de energía. La disfunción de la herramienta en uno de estos medios se da cuando el espacio, el tiempo y la energía requeridos por el conjunto de herramientas exceden la escala natural que corresponde. Estas escalas naturales son susceptibles de ser identificadas, sin que tengan que seguir una determinada interpretación respecto a la naturaleza humana o de la sociedad. Estas escalas definen, en términos negativos y de proscripción, el espacio dentro del cual el fenómeno humano se puede observar, pero no formulan prescripciones sobre la naturaleza propia del fenómeno (Illich, 2005).

El propósito es investigar la homeóstasis del hombre dentro de su ambiente, amenazada por el perjuicio ambiental de la herramienta industrial, y permitir definir la política como el proceso por el cual los hombres asumen la responsabilidad de esa homeóstasis (Folke, 2006).

## **1.5 COMUNIDAD ALREDEDOR DE UN RECURSO COMÚN**

Elinor Ostrom (1990) señala en el desarrollo de su modelo de segunda generación que los propietarios de recursos de un acervo común en escala relativamente pequeña, tales como bosques, sistemas de irrigación, cuencas de agua subterránea o pesquerías costeras, pueden “comunicarse e interactuar unos con otros en un contexto físico localizado” en redes civiles y así “pueden aprender en quién confiar, qué efectos tendrán sus acciones sobre los demás y sobre los recursos, y cómo organizarse para lograr beneficios y evitar daños”. Estas formas de aprendizaje colectivo no son tan fáciles cuando se trata de recursos de mayor escala, “pero si los involucrados también participan en arreglos organizacionales que se traslapan y ayudan a generar información sobre esfuerzos exitosos para manejar situaciones de recursos de un acervo común, entonces tienen mayores oportunidades para probar, modificar y mejorar sus relaciones”.

El modelo de segunda generación de Ostrom surge del estudio de los factores que mejoran la capacidad del individuo para resolver los problemas de acción colectiva en márgenes amplios de capacidades sociales, superando los modelos de racionalidad individual antes desarrollados.

Frente a los problemas de acción colectiva hay defensores de un modelo minimalista que tienden a recomendar la intervención de autoridades externas para imponer y hacer cumplir las reglas desde fuera. Las soluciones que se basan en la autoridad externa pueden fácilmente conducir a un intento de imponer reglas uniformes que no toman en cuenta las condiciones locales (Jankowski, 2009). Las reglas uniformes impuestas no sólo no logran movilizar la capacidad social en el nivel local para resolver problemas concretos, sino que pueden dar como resultado la destrucción total de las capacidades existentes.

Un modelo comprensivo de todas las dimensiones sociales busca potenciar y viabilizar la capacidad social para resolver problemas de acción colectiva. Una vez creada esta condición, beneficia a todos los individuos de la estructura social correspondiente (Coleman, 1990). La habilidad para conseguir momentum en las acciones basadas en la comunidad depende de continuar ampliando el apoyo de base a través de la integración de nuevos actores, nuevos recursos y nuevas perspectivas de las acciones involucradas.

## **1.6 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA**

En una organización social con propósitos definidos, independientemente de su carácter político, comercial, privado o público, la estrategia consiste en las hipótesis que subyacen a los objetivos y acciones de un conjunto de actores. El proceso de estudiar las características del conjunto de actores y las condiciones de su entorno para definir estas hipótesis de forma coherente, integrada y sistémica se denomina planeación estratégica. Una vez esclarecidas las hipótesis, se diseñan los planes para implementar las estrategias y se definen acciones programáticas alrededor de las cuales se comprometen los recursos.

Las hipótesis son periódicamente evaluadas para determinar si aún tiene validez. Algunas de las técnicas utilizadas para poner a prueba la estrategia son: 1) Pruebas de hipótesis y

simulación dinámica, 2) Análisis del impacto de acontecimientos externos, 3) Identificación y respaldo de estrategias emergentes.

En el proceso de diseño de estrategias se debe crear el ambiente para un diálogo constructivo y reforzante. Se comparte información para permitir crear sinergias entre componentes que puedan identificar intenciones u objetivos comunes. (Kaplan, 2001) Esto implica que los fracasos se exponen abiertamente pues sólo esto activa el proceso de solución del problema.

Un sistema de gestión estratégica es un sistema de comunicación, no de control. En un entorno abierto, donde todos puedan ver los resultados de los demás, esta característica es garantía de la integridad del sistema. Esto hace que el código de comunicación tenga que superar lo numérico para incluir lo subjetivo y hacerse más universal. (Michaels, 2009).

Las teorías para modelar el diseño estratégico se dividen en cuatro grandes grupos: pregunta dialéctica para analizar hipótesis y simulación de escenarios (Acar, 2006); y desde el enfoque cuantitativo, se tienen la dinámica de sistemas y el mapeo cognitivo.

Una manera de dirigir un ejercicio de planeación estratégica consiste en: 1) definir el propósito general del sistema, denominado misión-visión en el caso de algunas organizaciones (por lo general jerárquicas y estructuradas) o simplemente metas de largo plazo; 2) identificar las condiciones (internas y externas) que determinan el sistema en cuestión; 3) formular las estrategias: un ejercicio colectivo que se realiza entre actores dotados de alguna facultad o condición favorable para este fin; 4) definir, en correspondencia, unos planes de acción, para que las estrategias se efectúen mediante hechos concretos.

En función de estos propósitos, el método de la matriz DOFA consiste en contraponer las características y condiciones propias del sistema con las de su entorno. En tal caso, las variables que definen el sistema se clasifican como fortalezas (F) y debilidades (D), y las del entorno se clasifican como oportunidades (O) y amenazas (A). En consecuencia, las estrategias se elaboran dando respuesta a cuatro preguntas generales: ¿cómo optimizar cada fortaleza?, ¿cómo aprovechar cada oportunidad?, ¿cómo minimizar las debilidades?, ¿cómo protegerse de las amenazas?



**Ilustración 2. Grupos de variables de la matriz DOFA.**

De la combinación de las fortalezas con las oportunidades surgen las potencialidades; y de la combinación de las debilidades y las amenazas surgen las limitaciones. Haciendo un análisis cruzado entre las fortalezas y las amenazas se definen los riesgos, mientras que los retos se establecen entre las oportunidades y las debilidades.

La reflexión prospectiva colectiva sobre las amenazas y oportunidades del entorno confiere contenido a la movilización y permite la apropiación de los objetivos de la estrategia.

En estos ejercicios es necesario tener mayor claridad con algunas definiciones:

- Proyección es la prolongación en el futuro de una evolución pasada, según ciertas hipótesis de extrapolación o de tendencias. Una proyección no constituye una previsión más que si conlleva una probabilidad.
- Previsión es la apreciación, provista de cierto grado de confianza (probabilidad) de evolución de una magnitud en un horizonte dado.
- Prospectiva es un panorama de los futuros posibles, es decir, de los escenarios no improbables, teniendo en cuenta el peso de los determinismos del pasado y de la interacción de actores.

Los escenarios solo adquirirán credibilidad y utilidad si respetan cuatro condiciones: pertinencia, coherencia, verosimilitud y transparencia. Por una parte hay que formular las preguntas más adecuadas y las verdaderas hipótesis clave del futuro, y por otra, apreciar la coherencia y la verosimilitud de las combinaciones posibles. Un escenario no es un fin en sí mismo, sólo tiene sentido a través de los resultados y sus consecuencias para la acción. No hay que subestimar la importancia de los factores de inercia respecto a las fuerzas de cambio potencial. Es frecuente imaginar lo que eventualmente podría cambiar y olvidar sistemáticamente aquello que tiene grandes probabilidades de permanecer inalterado si no se hace nada para cambiarlo.

La gestión de la estrategia requiere de la definición de indicadores claves para hacer retroalimentación del sistema y análisis de la validez de las hipótesis que dan lugar a los planes de acción. Los indicadores deben encajar en una cadena de relaciones causa - efecto que conecta los resultados deseados con los inductores que los harán posibles. Por eso es importante que esta sea accesible a través de un sistema de información compartida de forma continua, para que todos sepan cómo van las cosas.

## **2 DIAGNÓSTICO DE ANTECEDENTES A LA RedOTA**

La RedOTA tiene como antecedentes varios proyectos y programas académicos y sociales que se han promovido en los últimos 10 años primero desde la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, luego desde la Escuela del Maestro y recientemente desde la Escuela de Geociencias y Media Ambiente de la Facultad de Minas, Universidad Nacional. Estos han tenido diferentes denominaciones, actores y liderazgos, pero generalmente las diferentes actividades han estado orientadas a generar procesos de aprendizaje y estudio sobre el tiempo atmosférico del entorno.

El diagnóstico de estas experiencias previas a la Red OTA busca evaluar las propiedades sistémicas alcanzadas con su desarrollo, la capacidad para planear e implementar proyectos y para evaluar las tareas trazadas según sus enfoques estratégicos. El análisis de este capítulo se divide en cuatro partes: 1) se hace un recuento cronológico de los antecedentes de la RedOTA, 2) se hace un inventario de los recursos materiales y humanos disponibles, 3) se evalúan los enfoques estratégicos seguidos y 4) se revisan los mecanismos de monitoreo del entorno que han tenido en cada etapa de la evolución de la Red.

Las fuentes de información han sido básicamente las entrevistas directas con los promotores de los programas y la revisión de la bibliografía disponible, la cual se limita a propuestas de proyectos de investigación de la universidad, algunos reportes de los mismos y una presentación para un congreso nacional de meteorología en Quibdó - 2007.

### **2.1 ANTECEDENTES DE LA RedOTA**

#### **2.1.1 Periodo 1990 - 1997**

El profesor de física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, Miguel Monsalve y el profesor del servicio de extensión de la misma universidad, Carlos Julio Echavarría, en vista de las deficiencias en ciencias básicas que observaban en los estudiantes nuevos de la universidad, inician un programa de talleres con docentes de matemáticas y física provenientes de municipios de Antioquia. Para esto, logran hacer un convenio con la Secretaría de Educación del Departamento de Antioquia.

Su enfoque pedagógico desde el principio fueron los talleres como forma de construir, a partir del entendimiento presente en cada persona, los conceptos clave de las matemáticas, la geometría y la física, haciendo uso de experiencias en el campo de la astronomía y la meteorología.

Los profesores Miguel y Carlos Julio notan la persistencia de muchos docentes e identifican en ellos a personas a quienes les interesa aprender y desempeñarse en la docencia, lo que los motiva a sostener y prolongar el programa con mayores alcances.

### **2.1.2 Año 1997**

El Centro Tecnológico de Antioquia (CTA), por iniciativa de su director, Sergio Fajardo, contacta al profesor Miguel Monsalve para realizar un programa de alfabetización en matemáticas a nivel del departamento. Surge entonces el proyecto Matemáticas y Física Básicas para Antioquia (MAFIBA) a través del convenio entre el CTA, la Universidad Nacional y la Secretaría Departamental de Educación. La idea era continuar con la experiencia de los talleres para promover el aprendizaje por medio de la observación, con la misma combinación de áreas prácticas como geometría, astronomía, matemáticas, física y meteorología.

El Grupo Galileo Galilei de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, del cual hacían parte el estudiante Hernán Alonso Moreno y el profesor Carlos Julio Ramírez realizan los primeros intentos de montaje de estaciones climáticas pedagógicas en algunas instituciones educativas durante la vigencia de este convenio, pero no hay ninguna documentación para evaluar sus resultados.

En este mismo año se crea el Aula Taller de Matemáticas y Física en la Facultad de Ciencias a partir de los grupos Galileo Galilei y Arquímedes, como parte del mismo convenio.

### **2.1.3 Año 2001**

El estudiante de 10o semestre de Ingeniería Civil Hernán Alonso Moreno presenta a la sección de Apoyo Académico de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional el proyecto “Observadores del Tiempo Atmosférico y Nubes en Colegios de Antioquia”, justificado con base en “la función de la Universidad Nacional de llevar conocimiento a diferentes sectores sociales conectando a los niños a la exploración y observación sistémica de los fenómenos en el entorno atmosférico” y que tenía como objetivos: “conformar una red piloto de escuelas y colegios de Antioquia, en el contexto de las observaciones y mediciones del tiempo atmosférico y, crear una base de datos para las mediciones con monitores universitarios”. (Ver Anexo 1)

Entre sus objetivos de largo plazo estaba la conformación de grupos de avances científicos con proyección investigativa y apoyo académico universitario en las Instituciones Educativas, y aportar al montaje de un observatorio climático-astronómico para la Universidad Nacional en Medellín.

El grupo contaba en ese momento con el apoyo del Aula Taller de Matemáticas y Física con su material didáctico y la experiencia de los profesores Carlos Julio Ramírez, Miguel Monsalve y Carlos Julio Echavarría.

Las instituciones educativas que fueron vinculadas al proyecto fueron seleccionadas a partir de los docentes que hacían parte del programa MAFIBA, que habían mostrado interés y disposición para el tema de la meteorología.

**Tabla 1. Instituciones del primer proyecto de Observadores del Tiempo Atmosférico y continuado por el Grupo Abaco.**

<b>Municipio</b>	<b>Nombre</b>	<b>Docente</b>
Jardín	I.E. Miguel Valencia	Mercedes Arrubla
Fredonia	I.E. vereda La Palma	N/D
Fredonia	I.E. vereda Mapurrapán	N/D
Girardota	I.E. vereda Encenillos	N/D
El Santuario	Instituto Técnico Industrial	Beatriz Alzate
Medellín	CEFA	Carlos Julio Echavarría

Este proyecto tuvo una duración de seis meses con el apoyo de la Universidad Nacional, luego lo siguió ejecutando el Grupo Abaco, del cual formaban parte Miguel Monsalve y Carlos Julio Echavarría entre otros, en convenio con el Centro Tecnológico de Antioquia (CTA).

De este grupo de instituciones, el CEFA y el Miguel Valencia han estado tomando registros diarios del clima desde 2001. La I.E. de la vereda Encenillos (Girardota) y el Instituto Técnico Industrial de El Santuario toman registros diarios desde 2007 promovidos mediante otro proyecto entre el CTA con el Grupo ABACO. Todas estas instituciones están vinculadas al proyecto CERES S´cool de la NASA, a quien envían sus mediciones, siendo el prestigio de este proyecto uno de los principales incentivos para mantener en marcha este proyecto.

La profesora Mercedes Arrubla ha expandido la utilización de las observaciones climáticas aplicándolas a la agricultura y la planeación de proyectos de construcción en su municipio, y ha aportado información a varios grupos de investigación de la Universidad Nacional y de Antioquia (Poveda, 2005).

En este mismo año el profesor Juan Manuel Vélez, de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, introduce sus propuestas de talleres de fomento de la innovación y la creatividad a través de la construcción de aparatos y prototipos mecánicos. A partir del Aula Taller de Matemáticas y Física de la Facultad de Ciencias, se crean las dos Aulas Taller Leonardo da Vinci, una en la Facultad de Agronomía y otra en la Facultad de Minas. Con esto la Facultad de Minas toma mayor liderazgo en los programas de talleres, especialmente en su componente electromecánica.

#### **2.1.4 Año 2003**

El profesor Carlos Julio Ramírez crea y dicta el curso de contexto Observadores del Tiempo Atmosférico, en la Universidad Nacional, que tuvo una duración de 2 años. En este curso se traían conferencistas sobre temas particulares del clima, la atmósfera y los procesos meteorológicos, y tuvo buena acogida entre los estudiantes de pregrado, llegando a tener cursos con más de 100 personas. Entre las tareas del contexto estaba la toma de datos de pluviosidad en las casas de los estudiantes y la observación y clasificación de las nubes.

### 2.1.5 Periodo 2004 - 2007

El profesor Juan Manuel Vélez presenta a la Alcaldía de Medellín el proyecto “Alfabetización en Ciencia y Tecnología” que buscaba “promover una comprensión amplia de la ciencia y la tecnología desde temas de la geometría, matemáticas, astronomía y el clima con formas de implementación básica de la observación de fenómenos y la construcción de artefactos y prototipos mecánicos o para la medición”. (Ver Anexo 2)

El grupo de trabajo de este proyecto se lista a continuación, ya que en él se encuentran varios de los promotores de la RedOTA.

**Tabla 2. Profesores participantes del proyecto Programa de Alfabetización en Ciencia y Tecnología Leonardo da Vinci.**

<b>Profesor</b>	<b>Área de trabajo</b>
Juan Manuel Vélez	Ciencia y tecnología
Miguel Monsalve Acevedo	Matemáticas y física
José Fernando Jiménez	Mecánica de fluidos
Carlos Julio Ramírez	Clima
Marion Weber	Geociencias
Sergio Lopera	Energía
Alejandro Toro	Astronomía
Beatriz Correa	Matemáticas
Sandra Uribe	Biociencias
Gonzalo Vargas	Tecnología mecánica y electrónica
Nelson Vanegas	Diseño mecánico

El proyecto sería desarrollado en la Escuela de Maestro del municipio de Medellín por medio de contrato de administración con la Facultad de Minas.

Con recursos de este proyecto se montaron las primeras estaciones meteorológicas escolares.

La Escuela del Maestro es un programa del municipio de Medellín donde se implementa una nueva propuesta pedagógica de apoyo a los docentes de primaria y secundaria para la enseñanza de las ciencias básicas, a través de la metodología de talleres, con el propósito de cualificar el proceso de aprendizaje cuando el profesor incorpora la metodología de los talleres en sus propios cursos. (Escuela del Maestro, 2010)

La asistencia de los docentes es completamente voluntaria y no está mediada por ningún incentivo en el escalafón. Esto hace que sea atesorada la participación de los docentes considerando las difíciles condiciones de muchos para dedicar parte de su tiempo fuera de las aulas a la cualificación de sus métodos, por razones económicas, sociales y laborales. Los programas están constituidos por ciclos para que los docentes escojan qué quieren aprender y no se vean obligados a una asistencia permanente.

Aunque el trabajo de la Escuela del Maestro está enfocado a Instituciones Educativas públicas del municipio de Medellín, algunos profesores de otras escuelas del Valle de Aburrá y el departamento de Antioquia han asistido a estos talleres para conocer la

experiencia. Las iniciativas del Grupo ABACO y la Escuela del Maestro han sido pioneras en el país, y son referentes educativos del país.

La Escuela del Maestro funciona con la participación de la universidad pública, y busca conectar a los estudiantes universitarios con los docentes de educación básica. La Facultad de Minas, a través de un proyecto de extensión solidaria, es contratada por la Secretaría de Educación de Medellín para administrar las aulas taller de ciencia y tecnología, y matemáticas. La Universidad de Antioquia administra el aula taller del lenguaje.

Actualmente la Escuela del Maestro está implementando jornadas pedagógicas, donde van con su personal educativo a las Instituciones Educativas durante todo un día y realizan talleres con los docentes. Esta propuesta ha tenido un gran impacto, logrando animar a varios docentes para que participen y representa un aumento en la eficiencia del uso de los recursos.

Desde el año 2006 se dan talleres de meteorología dos veces por semana en el Aula de Ciencia y Tecnología, por parte del profesor Carlos Julio Ramírez. En ocasiones la asistencia ha sido de una sola persona, pero algunos asistentes son bastante constancia. Considerando que esta es una manifestación de interés en el tema y un necesario campo de exploración para la RedOTA, en las tablas que se muestran a continuación se presenta un resumen de la asistencia a los talleres desde 2007, que es desde cuando se tienen registros hasta el semestre I de 2009.

**Tabla 3. Docentes con una asistencia mínima del 50% de los talleres de meteorología por semestre en la Escuela del Maestro.**

<b>Periodo: 2007</b>		
<b>Docente</b>	<b>Institución Educativa</b>	<b>% de asistencia</b>
María Gladys Gallego Alzate	Asia Ignaciana	81
Adolfo de Jesús Múnera Echeverri	Juan de la Cruz Posada	81
Cecilia Inés López Gaviria	Sol de Oriente	81
Marisol Pereira	El Triunfo Santa Teresa	75
Noelis Isabel Martínez Oliveros	San Antonio de Prado	63
Elsa Barrientos	Colombo Francés	57
Ana Cecilia Hincapié	Pbro. Camilo Torres Restrepo	52
Luz Leonor Toro Villa	Doce de Octubre	51
<b>Periodo: 2008</b>		
Elsa Barrientos	Colombo Francés	88
Marisol Pereira	El Triunfo Santa Teresa	61
Ana Cecilia Hincapié	Pbro. Camilo Torres Restrepo	57
Adolfo de Jesús Múnera Echeverri	Juan de la Cruz Posada	54
John Henao	Doce de Octubre	54
<b>Periodo 2009-I</b>		
Elsa Barrientos	Colombo Francés	55
Marisol Pereira	El Triunfo Santa Teresa	47
Adolfo de Jesús Múnera Echeverri	Juan de la Cruz Posada	41
Luz Maria Zapata	Manuel J. Gonzalez S.	55

Con la promoción, y en ocasiones el apoyo material del profesor Carlos Julio Ramírez, se han construido y montado varias estaciones de tipo artesanal en quince Instituciones Educativas del Valle de Aburrá, pero actualmente no se encuentran operativas, bien sea por deterioro de los instrumentos, por falta de apoyo sobre qué y cómo medir pero

principalmente por falta de un propósito claro para promover esta actividad y sobre el uso de la información resultante.

### 2.1.6 Año 2007

Se inicia el proyecto de Red Piloto de Información Hidrometeorológica para el Valle de Aburrá financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional – Sede Medellín y dirigido por los profesores José Fernando Jiménez, Andrés Ochoa y Germán Poveda de la Escuela de Geociencias y Medio Ambiente de la Facultad de Minas.

El primer objetivo del proyecto era hacer visitas a las Instituciones Educativas donde trabajaban los docentes que venían participando de los talleres de meteorología de la Escuela del Maestro. Eran casi 20 instituciones, de las cuales poco más de 10 contaba con instrumentos como pluviómetro o psicrómetro, construidos en los talleres, pero casi todos estos instrumentos estaban en desuso. La idea era determinar las coordenadas geográficas de las Instituciones con GPS, evaluar las condiciones de ubicación y diseño de las garitas más apropiadas para hacer las observaciones meteorológicas y compartir con los docentes la propuesta de integrar una red de información hidrometeorológica en el Valle de Aburrá.

El segundo objetivo fue el desarrollo de una página Web que sirviera para captar la información remitida por las estaciones de monitoreo, direccionarla a bases de datos, procesarla para generar nueva información y permitir su acceso controlado. Otras funciones, estructuradas desde la perspectiva motivacional de la red, se relacionan con la elaboración de concursos, la presentación de la carta de nubes y la socialización de las experiencias a través de la Red. (Marín, 2008)

El tercer objetivo surgió después de realizar un diagnóstico de la información acopiada hasta el momento, cuando se encontró que ésta tenía muy poca utilidad por varias razones que incluían: el diseño de los instrumentos, los materiales empleados, las fallas de calibración y la poca capacidad para reemplazar los instrumentos dañados por la intemperie. Se decidió entonces promover la creación de una red de estaciones automáticas como una forma de generar mejor información meteorológica y también para ir más allá del programa de capacitación iniciado en las Instituciones Educativas.

En la tabla a continuación se hace una relación de los objetivos del proyecto de Red Piloto y algunos comentarios acerca de su cumplimiento.

**Tabla 4. Cumplimiento de objetivos del proyecto Red Piloto.**

Objetivo	Comentario
Conectar y cualificar la información registrada por las estaciones hidrometeorológicas instaladas en diferentes instituciones educativas del Valle de Aburrá por la Escuela del Maestro y el Aula Taller Leonardo Da Vinci.	Se realizaron contactos con el Grupo de Instrumentación Científica e Industrial, del Departamento de Física de la Universidad Nacional, bajo la dirección del profesor Gonzalo Vargas, para una futura implementación de los instrumentos desarrollados por ellos en las instituciones educativas, y se presentaron propuestas al AMVA y al SIATA para que los financiaran.

Objetivo	Comentario
Ampliar la red de información con el desarrollo e instalación de estaciones nuevas, y la captura de datos provenientes de otras fuentes (como sensores remotos).	Se trabajó en la conexión de estaciones automáticas Davis, pero fue imposible lograr que el servidor Hidraulica de la Facultad de Minas recibiera la información que ellas enviaban.
Fomentar una cultura sobre el manejo y valor que tiene la información del clima y el tiempo atmosférico en las actividades sociales, económicas, agrícolas, de salud, y en general del medio ambiente.	Se realizaron visitas a unas 20 Instituciones Educativas diferentes. En ellas se tomaron datos de contacto y de ubicación. Se conversó con los docentes sobre la importancia de la información meteorológica.
Extender al medio social los beneficios que se derivan del desarrollo científico y técnico de los conocimientos en climatología, meteorología e hidrología.	Se realizó una presentación en el Congreso Nacional de Meteorología de Quibdó. Se estableció el contacto con el SIATA a través de su director Marco Gamboa y se le presentaron proyectos al SIATA y al AMVA, los cuales no fueron incluidos en el presupuesto de estas instituciones.
Ordenar y divulgar de forma gratuita los datos que se registren a través de la red.	Se realizó el Trabajo Dirigido de Grado de María Isabel Marín, en Ingeniería de Sistemas, el cual obtuvo un prototipo de la plataforma web cuya implementación requiere de posteriores etapas de diseño y evaluación.

El informe final del proyecto será presentado en el segundo semestre de 2010.

### 2.1.7 Año 2009

Se inician dos trabajos de tesis en la maestría en Medio Ambiente y Desarrollo por parte de Iván Escobar y David Pulgarín, que buscaban investigar y hacer un planteamiento más robusto de la Red de Observadores del Tiempo Atmosférico a partir de un proceso de evaluación de la pedagogía ambiental y de la planeación estratégica de la gestión, respectivamente.

Se conformó entonces un grupo de estudio y trabajo para el impulso de la RedOTA conformado por los profesores José Fernando Jiménez, Andrés Ochoa y Carlos Eduardo Sierra, y los dos estudiantes mencionados.

El profesor Carlos Eduardo Sierra participó del grupo base hasta febrero de 2010, tiempo durante el cual aportó sus conocimientos acerca del tema de la bioética y la pedagogía no escolarizada. Luego se desvinculó del programa a causa de fuertes diferencias con respecto al enfoque de las conferencias para las Instituciones Educativas.

El primer objetivo del grupo fue la definición de las áreas de trabajo para las tesis, y la organización y convocatoria de un Encuentro Técnico de actores potenciales para la RedOTA, donde se lanzaría ésta formalmente y se propondrían las acciones en las que cada uno pudiera involucrarse. Los invitados fueron personas de Instituciones Educativas, del Posgrado en Recursos Hidráulicos, de la Maestría en Medio Ambiente, del SIATA y de la Escuela del Maestro.

### 2.1.7.1 Primer Encuentro Técnico de la RedOTA

El Encuentro Técnico se llevó a cabo el 7 de septiembre de 2009. El listado de asistentes y el orden del día del evento se presentan a continuación.

**Tabla 5. Asistentes al primer encuentro técnico de la RedOTA.**

	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
<b>1</b>	Adolfo Múnera Echeverri	I.E. Agustín Nieto Caballero
<b>2</b>	Ruth Virginia Castaño	Colegio Colombo Francés
<b>3</b>	Mercedes Arrubla	Colegio de Desarrollo Rural Miguel Valencia
<b>4</b>	Hernán Benjumea	Colegio de Desarrollo Rural Miguel Valencia
<b>5</b>	Miguel Monsalve	Profesor Escuela del Maestro
<b>6</b>	Carlos Julio Ramírez Rojas	Profesor Escuela del Maestro
<b>7</b>	Marco Gamboa	Director del SIATA
<b>8</b>	Gabriel Mejía Ruiz	SIATA
<b>9</b>	Wilder Alberto Berrío	SIATA
<b>10</b>	Carlos Restrepo	Estudiante PARH
<b>11</b>	Cahola Ramírez Castrillón	Estudiante PARH
<b>12</b>	Elizabeth Martínez Ceballos	Estudiante PARH
<b>13</b>	Yamith Quintana	Estudiante MMAD
<b>14</b>	Iván Darío Escobar	Estudiante MMAD
<b>15</b>	David Pulgarín	Estudiante MMAD
<b>16</b>	Bibiana Sánchez Vergara	Estudiante Pregrado en Ingeniería Agronómica
<b>17</b>	Jovani Jiménez	Profesor Maestría en Sistemas U. Nacional
<b>18</b>	Carlos Eduardo Sierra	Profesor Escuela de Química
<b>19</b>	Gaspar Monsalve Mejía	Profesor PARH
<b>20</b>	Andrés Ochoa	Profesor PARH
<b>21</b>	José Fernando Jiménez	Profesor PARH

\*PARH: Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos

\*MMAD: Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo

\*SIATA: Sistema Integrado de Alertas Tempranas de Medellín

**Tabla 6. Orden del día del Primer Encuentro Técnico de la RedOTA.**

Hora	Tema	Expositor
3:00	Enfoques Educativos	Carlos Eduardo Sierra
3:20	Experiencia de la Escuela del Maestro	Carlos Julio Ramírez
3:40	Experiencia del Colegio Colombo Francés	Miguel Monsalve
4:00	Propuesta de Red de Observadores del Tiempo Atmosférico	Iván Escobar David Pulgarín
4:20	Plataforma Web de la Red OTA	Andrés Ochoa
4:40	Programa HidroSIG	Carlos Restrepo
5:00	Sistema Integrado de Alertas Tempranas de Medellín	Marco Gamboa
5:30 a 6:00	Discusión abierta: ¿Cómo conformar la RedOTA?	

En la parte final del encuentro se desarrolló una lluvia de ideas acerca de ¿Cómo conformar la RedOTA?, en la que se expusieron las siguientes ideas:

- El enfoque pedagógico debe ser el de buscar el desarrollo humano imbricado hacia el respeto a la comunidad de vida en general, no hacia el dominio de la naturaleza.
- Es necesario desarrollar un lenguaje amplio y adaptable a la diversidad de grupos semilla que hay en las instituciones y demás actores por fuera de ellas.
- Es necesario tener instrumentos robustos frente a la intemperie. El deterioro de estos es un obstáculo desalentador.
- La constancia debe ser una premisa sin la que no se puede emprender la educación ambiental.
- La variabilidad meteorológica del Valle de Aburrá debe convertirse en una fortaleza para la RedOTA. La complejidad de los procesos hidrometeorológicos estimula la curiosidad.
- Es conveniente promover el interés por el tiempo atmosférico en otras personas fuera de los estudiantes y docentes de las instituciones. Por ejemplo: vecinos, trabajadores, comunidad educativa.
- La información meteorológica debe ser vista siempre como una forma de participación en el entorno ambiental. Es necesario que tenga usos visibles que promuevan la comprensión y el bienestar del ecosistema. Ejemplo concreto de esto es la experiencia del Colegio Miguel Valencia del Municipio de Jardín, donde, además de enviar información a la NASA de EEUU, han usado la información para la agricultura, la ecología y el saneamiento ambiental.

- La RedOTA apuntará a tres objetivos: la educación desescolarizada, la investigación ambiental y la gestión del riesgo.
- La RedOTA estará conectada con otros proyectos sobre el Valle de Aburrá, como el estudio de la inversión térmica (Horus), de la Escuela de Geociencias; el proyecto Lidar, de la Facultad de Ciencias; y el proyecto de los radares, para el estudio de la lluvia del Área Metropolitana.
- Es necesario tener buenos canales de comunicación y formas de encuentro virtual.
- Es necesario construir un grupo humano promotor de esta propuesta, pero considerando crear suficientes sinergias para que no haya una centralización jerárquica de la iniciativa.

A partir de las ideas emergentes del Encuentro Técnico se procedió a conformar un grupo base con personas de la Escuela de Geociencias, la Escuela del Maestro y los tesisistas de la maestría con el propósito de definir las bases teóricas y operativas de un programa que se propondría a las Instituciones Educativas para que se conectaran en la Red. La conformación se dio naturalmente a partir de los promotores del proyecto de Red Piloto y las anteriores experiencias en los talleres de meteorología. A continuación se presentan los integrantes.

**Tabla 7. Integrantes del Grupo Base UN de la RedOTA.**

<b>Nombre</b>	<b>Referencia</b>
Andrés Ochoa	Profesor Escuela de Geociencias
José Fernando Jiménez	Profesor Escuela de Geociencias
Carlos Julio Ramírez	Profesor de la Escuela del Maestro
Miguel Monsalve	Profesor de la Escuela del Maestro
Carlos Eduardo Sierra	Profesor de la Escuela de Química
David Pulgarín	Estudiante de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
Iván Escobar	Estudiante de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo

Este grupo se reunió casi semanalmente durante los meses de octubre y noviembre de 2009 y febrero de 2010. Las actas de las reuniones se encuentran en el anexo 6.

### **2.1.7.2 Propuesta de programa básico para Instituciones Educativas**

En octubre de 2009 se elaboró la primera propuesta del Programa de Conexión, la cual consistía de 8 talleres y 4 conferencias, para ser desarrollada en mínimo 12 semanas en cada Institución Educativa.

**Tabla 8. Propuesta inicial para el programa de la RedOTA en Instituciones Educativas.**

<b>Talleres</b>	
1	¿Que es el aire y la atmósfera?
2	Temperatura, humedad y condensación
3	La presión atmosférica y su tendencia
4	El viento
5	Las nubes
6	La lluvia
7	Los ríos
8	Evapotranspiración
<b>Conferencias</b>	
1	Ciclo Hidrológico
2	Cambio Climático
3	Bioética
4	Red de Observadores

Luego se procedió a elaborar las guías de los talleres con la premisa de que estas deberían incentivar el interés por la meteorología como una respuesta ética y participativa para la observación de los problemas ambientales en la cotidianidad.

### **2.1.7.3 Capacitación de estudiantes de pregrado**

A la vez que se recopilaba y estudiaba material para la guías de los talleres, se hizo una invitación abierta a estudiantes de pregrado para que fueran talleristas en las instituciones educativas.



Imagen 1. Afiche de la convocatoria para talleristas voluntarios RedOTA 2009.

A la invitación respondieron algunos estudiantes invitados directamente por los profesores Andrés Ochoa, José Fernando Jiménez y Carlos Julio Ramírez, y otros más por contacto con los primeros.

Tabla 9. Estudiantes que participaron de la capacitación de talleristas de la RedOTA en 2009.

Nombre	Pregrado
Bibiana Sánchez	Ingeniería Agronómica
José Rafael Sánchez	Ingeniería Agronómica
Walter Jaramillo	Ingeniería Agronómica
Anderson Vélez	Ingeniería Agronómica
Santiago Cataño	Ingeniería Civil
Cahola Ramírez	Ingeniería Civil

Durante los meses de octubre y noviembre de 2009 se dieron los talleres de capacitación a las personas que estaban interesadas en participar como talleristas del programa RedOTA.

## 2.1.8 Año 2010

### 2.1.8.1 Programa definitivo para Instituciones Educativas

Después del receso de fin de año se hizo la revisión definitiva del programa para las instituciones educativas y para convocar a los docentes potenciales.

Se planteó que el programa inicial propuesto tenía dos deficiencias conceptuales que debían ser corregidas: 1) Adolecía de falta de vinculación con la problemática ambiental al dejar las dimensiones sociales, culturales y políticas sólo para las conferencias, donde la interacción con las personas es limitada. Era necesario dar más espacio entre los talleres para que los estudiantes pudieran ir elaborando el planteamiento de algún problema ambiental relacionado con el aire y el agua. 2) Separaba la atmósfera en algunos de sus componentes, lo que dificulta la comprensión de los vínculos entre todos ellos, que realmente son parte de ciclo hidrológico, el cual debería presentarse como un conjunto de procesos simultáneos entrelazados que determinan el clima y la biosfera en general.

Por otra parte se dijo que el programa de 12 semanas demandaría mucha dedicación y restringiría la cantidad de instituciones enlazadas a la red por semestre. Se apuntó a elaborar un programa de 8 semanas por semestre para cada institución.

En consecuencia se consideró más apropiado basar el programa en los procesos del ciclo hidrológico. Los procesos en sí como flujos y transformaciones de masa y energía son mejor percibidos por las personas que las variables que los describen, y por lo tanto permiten que en los talleres se dialogue sobre cómo se reconocen estos procesos en la vida de las personas, y así abordar el dialogo que se da entre la naturaleza y la cultura desde la observación de la cotidianidad y el conocimiento colectivo que implica.

En la búsqueda de referencias al respecto se encontró una propuesta de la UNESCO en el VI fase del Programa Hidrológico Internacional (PHI) para mejorar el conocimiento de los recursos hídricos ([http://www.unesco.org/water/ihp/ihp\\_six\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/ihp/ihp_six_es.shtml)), la cual considera cinco procesos principales en el ciclo hidrológico: evaporación, transpiración, precipitación, infiltración y escorrentía, y se decidió acogerla para los talleres de la RedOTA.

Pero este nuevo enfoque significó que el programa para las instituciones educativas tuviera que extenderse para tener dos fases. Una primera parte con énfasis en los procesos y el estímulo de la sensibilidad con el entorno atmosférico, indagando sobre la forma como se interactúa con el medio ambiente cotidianamente; y una segunda parte para el aprendizaje sobre el funcionamiento, la construcción y el uso de instrumentos de medición. Este nuevo programa resultaba en últimas más prolongado que la propuesta inicial de 12 semanas, pero mas completo y acertado en su estilo, pues buscaba primero la sensibilidad ambiental y luego proponía la acción convivencial, pues, por experiencias previas de observadores del tiempo atmosférico, la mayor dificultad que hay en la observación científica convivencial es la formación del habito de tomar registros todos los días, para lo que se requiere empezar con una buena justificación de la vinculación a la Red.

La primera fase del Programa de Conexión iniciaría con una conferencia sobre el ciclo hidrológico, luego vendrían dos talleres, después la conferencia sobre Cambio Climático, otros dos talleres y finalmente la conferencia sobre Ética ambiental y RedOTA.

En la tabla siguiente se presenta el programa definitivo que se ejecutaría en las instituciones el primer semestre de 2010.

**Tabla 10. Primera fase del programa de la RedOTA para Instituciones Educativas en 2010.**

	<b>Descripción</b>
1	Conferencia “Los viajes del agua”
2	Taller: Evaporación y Precipitación
3	Taller: La evapotranspiración
4	Conferencia “Cambio Climático”
5	Taller: La escorrentía
6	Taller: La infiltración
7	Conferencia “Ética ambiental y Red OTA”

### **2.1.8.2 Construcción de las guías temáticas para los talleres**

El profesor Carlos Julio Ramírez, con ayuda de sus monitores, ha construido un extenso conjunto de fichas de instrumentos de medición y cerca de 200 guías temáticas para los talleres de meteorología en la Escuela del Maestro, en las siguientes temáticas: astronomía, ciclo hidrológico, clima, meteorología, nubes, precipitación, radiación, humedad, presión atmosférica y vientos.

Los talleres de la Escuela del Maestro son para los docentes y las guías tienen una estructura que empieza con una breve lectura de la teoría del fenómeno a observar y los conceptos definidos; luego se hace un experimento sencillo que todos los docentes puedan reproducir en el mismo taller, que puede ser la construcción de un prototipo de instrumento de medición, como el pluviómetro, la veleta o el baroscopio; luego se hacen unas preguntas sobre lo que se está observando, que se discuten entre todos, y finalmente se plantean otras preguntas que buscan conectar lo observado con los conceptos expuestos inicialmente. Estas guías tienen el enfoque pedagógico del taller constructivo pero con énfasis en los conceptos de las matemáticas, la geometría y la física.

En el proyecto de Red Piloto se hicieron tres guías para la construcción de instrumentos. Estas hacen primero una introducción, a modo de contextualización, sobre las variables climáticas y luego proceden a la explicación de los principios de funcionamiento del instrumento de medición correspondiente. Estas guías sirven para los talleres de la segunda fase del programa en las instituciones.

Los talleres del Programa de Conexión de la RedOTA requerían de un acercamiento diferente de las personas a la meteorología y el propósito de la primera fase del programa es establecer un diálogo amplio acerca del ciclo hidrológico para identificar con qué asocian las personas los procesos que suceden en el ciclo diariamente en lugar de enseñarles los conceptos físicos con que los científicos los describen. Por lo tanto,

después de suficiente debate, se definió que la estructura los talleres debía ser: primero un dialogo abierto sobre el proceso en cuestión, luego la observación de uno o varios experimentos sencillos y finalmente una observación de campo en el patio de la escuela. (Arango et al, 2002)

Para propiciar el dialogo se plantean preguntas acerca del proceso a observar, Por ejemplo.: ¿Dónde se encuentra el agua?, ¿Por qué las plantas son más frescas?, ¿Qué pasa con el agua cuando cae al suelo? El dialogo toma en consideración las situaciones particulares enunciadas por cada persona pero procura enmarcarlas en la totalidad del ecosistema, al cotejar las situaciones de todos los participantes.

Los experimentos son básicamente juegos didácticos que buscan concentrar la atención y demostrar que la observación metódica, y además colectiva, puede generar información válida para lograr capacidad de comprensión del entorno. Se evita la enunciación de conceptos científicos a menos que emerjan de la conversación, y en ese caso se indaga acerca del porqué del suceso buscando una respuesta en el fenómeno en términos de flujos de materia y energía.

En la parte de observación de campo se sale del aula y se buscan los procesos del ciclo hidrológico en el entorno cercano y lejano, haciéndose preguntas acerca de la interacción del ser humano y demás seres vivos en el mismo.

Las guías fueron mejorándose tras cada taller que se realizó, con aspectos que buscaban un mejor manejo de la duración del taller, mayor concentración de la atención de los estudiantes hacia los experimentos, en propiciar una holgada observación del entorno fuera de salón y en lograr entrelazar los contenidos de todos los talleres entre sí.

En el anexo 4 se encuentran las guías temáticas de los talleres en sus versiones más recientes.

### **2.1.8.3 Elaboración de las conferencias**

La elaboración de las conferencias debía cumplir varias premisas que fueron decantándose durante el mismo semestre.

- Buscar el lenguaje más universal posible, ya que las conferencias son abiertas a todo público y se procura siempre la asistencia de estudiantes, docentes y padres de familia. Que estas sean muy vistosas, con grandes imágenes y animaciones.
- Estimular la curiosidad sobre el propio entorno.
- Fomentar la confianza en la capacidad para desarrollar conocimiento del medio ambiente por medio de la cooperación y el trabajo ordenado.
- Dar siempre suficiente espacio para las preguntas de los asistentes y no desestimar ninguna apreciación.

- Promover la acción conciente y la ética ambiental frente a la crisis ambiental, que incluye el cambio climático global, en lugar de sembrar sentimientos de impotencia o la negación de la problemática.
- Presentar la Red OTA como una estrategia vinculante, para la que sólo se requiere la disponibilidad del ánimo apoyada en el pensamiento ambiental.

La conferencia “Los viajes del agua” fue presentada siempre por el profesor Andrés Ochoa, la de “Cambio climático” por el profesor Carlos Julio Ramírez y la de “Ética ambiental y Red OTA” por José Fernando Jiménez.

Con la primera conferencia “Viajes del agua” pudimos percibir que las personas tienen muy presente el agua que se toman y la que llega a las casas. Esto nos sirvió para plantear las preguntas de los talleres y reorientar el punto de partida de la conferencia.

La conferencia de Cambio Climático se enfoca en los factores causantes y en los efectos locales, y tiene como propósito que las personas puedan tener una comprensión inmediata de la vulnerabilidad y los riesgos a que estamos expuestos, y promover la acción decidida e informada evitando la negación o el miedo propios de los enfoques catastróficos y morales. El tema está presente en la conversación de los estudiantes y los docentes, pero las posibilidades de acción les parecen generalmente remotas o insignificantes.

La conferencia de Ética ambiental y RedOTA hace unas propuestas sencillas para un cambio de hábitos y de actitud frente al medio ambiente; se busca que sea comprensiva y respetuosa de la vida y la diversidad sin alimentar la culpa, el miedo o los prejuicios morales. Una de estas propuestas, frente a la situación de cambio climático, es la formación de un hábito de investigación y la reflexión sobre el entorno atmosférico cotidiano, y el compartir los resultados y las reflexiones con otras personas que tienen intereses afines.

#### 2.1.8.4 Selección de docentes y convocatoria

Para la selección de los docentes se partió de las personas que más habían asistido a los talleres del profesor Carlos Julio Ramírez en la Escuela del Maestro desde su comienzo en el año 2007 hasta el primer semestre de 2009 (Ver Sección 2.1.5. Tabla 3.). Todas estas personas fueron convocadas a una reunión el 24 de Febrero de 2010 en la Escuela del Maestro, con el propósito de mostrarles la propuesta y preguntar si tenían la disposición para participar del Programa de Conexión de la RedOTA.

Los docentes que asistieron a dicha reunión fueron:

**Tabla 11. Docentes asistentes a la reunión del 24 de Febrero de 2010.**

	<b>Docente</b>	<b>Institución Educativa</b>
1	Elssa Barrientos	Colombo Francés
2	Lorena Cañaverall	Colombo Francés
3	Ana Cecilia Hincapié	Jorge Robledo
4	Flor Ángela Otálvaro	La Candelaria
5	Laura Duque	La Candelaria

6	Marisol Pereira	El Triunfo Santa Teresa
7	Jhon Alí Pérez	José Celestino Mutis
8	Olga Lucía Cadavid	Escuela U. Nacional
9	Adolfo de Jesús Múnera	Juan de la Cruz Posada
10	Mercedes Arrubla	Miguel Valencia
11	Gustavo Celis	Sol de Oriente
12	Jhon Henao	Doce de Octubre

Los docentes Jhon Alí Perez y Olga Lucía Cadavid no habían sido convocados, pero asistieron por invitación de sus colegas. Como registraban considerable asistencia a los talleres del profesor Carlos Julio Ramírez, la propuesta se les extendió igualmente.

La profesora Mercedes Arrubla es una persona muy valiosa para la Red OTA ya que lidera uno de los grupos de observadores del tiempo atmosférico en funcionamiento desde el año 2001; sirve de ejemplo y motivación para todos y contar con su participación fue muy grato.

El profesor Gustavo Celis asistió en reemplazo de su compañera de la Institución Educativa Sol de Oriente, Cecilia Inés López, quien ya no se desempeña en el área de las ciencias.

La profesora Ana Cecilia Hincapié es profesora de ética en la Institución Jorge Robledo, y dijo que debía contactar a su compañera del área de ciencias para proponerle el programa.

Todos los profesores manifestaron un alto interés con el condicionamiento, pero precisaron que era difícil para ellos sacar tiempo adicional para actividades extracurriculares, y que los talleres y conferencias debían ajustarse al horario de la jornada escolar de cada institución. Para esto debía enviárseles un semanario de actividades, el cual se debía acordar con los respectivos coordinadores.

### **2.1.8.5 Ejecución Del Programa**

Se procedió a programar las actividades teniendo como recursos límite el personal disponible para los talleres en las instituciones y la disponibilidad de tiempo de los conferencistas. A marzo de 2010 contábamos con sólo tres talleristas voluntarios: José Rafael Sánchez, Walter Jaramillo y Santiago Cataño, ya que los demás que habían asistido a los talleres de capacitación: Cahola Ramírez, Bibiana Sánchez y Anderson Vélez, manifestaron que no tener disponibilidad para el primer semestre del 2010.

Se decidió comenzar con las instituciones de forma escalonada, una más cada semana, en lugar de hincar con varias a la vez, por varias razones: 1) Era imposible que los conferencistas dieran mas de una conferencia por semana, 2) Esta decisión daba la posibilidad de ir mejorando los talleres y la organización progresivamente, sin dejar que las instituciones se desanimaran en una espera de dos meses, 3) Nos permitía avanzar con los tres talleristas que teníamos durante cinco semanas, después de las cuales buscaríamos ampliar el grupo de talleristas.

La Institución de la profesora Olga Lucía Cadavid fue postergada para otro semestre, pues ella no tenía conformado ningún grupo semilla de estudiantes. Además su Institución es una primaria, y con estos grupos queríamos empezar con los docentes que habían hecho un trabajo previo como eran los profesores Adolfo Múnera y Noelis Martínez, de forma que pudiéramos adecuar el lenguaje y las actividades programadas. La siguiente tabla contiene la programación inicial de las actividades que se les planteó a los docentes.

Tabla 12. Programación inicial de actividades del Programa de Conexión primer semestre de 2010.

SEMANA	Feb 15 al 19	Feb 22 al 26	Mar 1 al 5	Mar 8 al 12	Mar 15 al 19	Mar 22 al 26	Abr 5 al 9	Abr 12 al 16	Abr 19 al 23	Abr 26 al 30	May 3 al 7	May 10 al 14	May 17 al 21	May 24 al 28
Conferencia Ciclo Hidrológico	1	2	3	4	5	6	7	8						
Taller Precipitación y Iluvia		1	2	3	4	5	6	7	8					
Taller Evapo-transpiración			1	2	3	4	5	6	7	8				
Conferencia Cambio Climático				1	2	3	4	5	6	7	8			
Taller Escorrentía e infiltración					1	2	3	4	5	6	7	8		
Taller Problema Ambiental						1	2	3	4	5	6	7	8	
Conferencia Bioética Global							1	2	3	4	5	6	7	8

	Docente	Instituciones Educativas
1	Adolfo Munera	Juan de la Cruz Posada
2	Marisol Pereira	El Triunfo Santa Teresa
3	Elsa Barrientos	Colombo Francés
4	Flor Ángela Otalvaro	La Candelaria
5	Gustavo Celis	Sol de Oriente
6	Noelis Martínez	Carlos Betancur Betancur
7	Jhon Henao	Doce de Octubre
8	Jhon Alf Pérez	José Celestino Mutis

Durante el semestre la programación tuvo que ser actualizada varias veces debido a factores como: dificultades de comunicación con los docentes, actividades imprevistas en las I.E. o que los talleristas no podían visitar la institución debido a sus compromisos académicos.

En marzo de 2010 se alcanzó un acuerdo con el Aula Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas, en cabeza su directora Maria Isabel Castro y la coordinadora Liz Montoya, en el que los talleres del Programa de Conexión de la Red OTA serían considerados igual que las asesorías que el Aula dirige a las Instituciones Educativas y que son remuneradas económicamente para los talleristas que están vinculados al Aula. Esto permitiría ampliar el número de talleristas y cubrir sus viaticos para ir a las instituciones. Se realizó una nueva convocatoria de talleristas, que esta vez se enfocó al grupo de Aula Leonardo da Vinci. Esta dio como resultado la manifestación de interés de participar de los siguientes estudiantes del Aula: Cintia Alfaro, Doris Rocío Pérez, Ana Cristina Restrepo, Jaime Escudero y José Alberto Ruiz. También se presentaron los estudiantes Jorge Alfredo Cogollo e Iván López Montiel, que no forman parte del aula. A partir del mes de abril se empezaron a programar actividades con algunos talleristas del Aula, pero en un comienzo siempre debían estar acompañados por uno de los tres talleristas voluntarios iniciales para que pudieran observar la metodología de los talleres.

El programa de talleres fue modificado en Abril con el propósito de incorporar de forma más explícita la problemática ambiental. Se decidió comprimir los talleres de infiltración y escorrentía en uno solo, y hacer el cuarto taller sobre la interacción humana en el ciclo hidrológico, llamándolo Pregunta Ambiental. La estrategia pedagógica que se propuso fue hacer un taller de pintura donde los estudiantes mostraran el ciclo hidrológico en sus barrios, y ellos dentro de él. Como incentivo para los estudiantes se planteó escoger las mejores pinturas para el primer afiche de la RedOTA, que saldría el próximo semestre.

Algunos docentes que asistieron a la convocatoria del 24 de febrero, y que fueron incluidos en la programación, al momento de iniciar las actividades no tuvieron la disposición necesaria para realizar las conferencias y los talleres. Estos fueron: Marisol Pereira, Jhon Alí Perez y Jhon Henao.

A la institución Miguel Valencia de Jardín se hizo una visita por parte del profesor Andrés Ochoa donde dio su conferencia y se intentó enlazar la estación automática que tienen a la plataforma Web de la RedOTA. Esto obedece a una forma de integrar grupos de observadores y aprender de la profesora Mercedes, que tiene experiencia en el tema.

Las actividades como efectivamente se ejecutaron se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 13. Programa Conexión ejecutado en el primer semestre de 2010.

SEMANA	Feb 15 al 19	Feb 22 al 26	Mar 1 al 5	Mar 8 al 12	Mar 15 al 19	Mar 22 al 26	Abr 5 al 9	Abr 12 al 16	Abr 19 al 23	Abr 26 al 30	May 3 al 7	May 10 al 14	May 17 al 21	May 24 al 28
Conferencia Ciclo Hidrológico	1		2	3	4		5				6			
Taller Precipitación y lluvia		1		2	3			4	5					
Taller Evapo-transpiración				1	2	3					4			
Conferencia Cambio Climático							1	3		4	2	5		
Taller Escorrentía e infiltración							3	1	4		5			
Taller Problema Ambiental									1	3		2	4	
Conferencia Bioética Global										1	3			2

	Docente	Instituciones Educativas
1	Adolfo Munera	Juan de la Cruz Posada
2	Elsa Barrientos	Colombo Francés
3	Flor Ángela Otalvaro	La Candelaria
4	Gustavo Celis	Sol de Oriente
5	Noelis Martínez	Carlos Betancur Betancur
6	Mercedes Arrubla	Miguel Valencia



**Imagen 2. Conferencia "Viajes del Agua" en I.E. Juan de la Cruz Posada, sección Agustín Nieto.**

Los registros de asistencia a los talleres se encuentran en el anexo 5.

## **2.2 INVENTARIO DE LOS RECURSOS**

Los recursos con que cuenta la Red se identifican en virtud de su capacidad de ser puestos a disposición de los actores. Es decir, un recurso que no pueda ser compartido no cuenta en este análisis y, en este mismo sentido, lo que más se valora son las herramientas pedagógicas y de comunicación.

### **2.2.1 Guías temáticas**

Se tiene seis guías temáticas de los talleres de la primera parte del programa de conexión. Cuatro corresponden propiamente a los talleres y otras dos son guías para la preparación anticipada de los experimentos en las instituciones.

**Tabla 14. Guías temáticas de la primera fase del Programa de Conexión.**

<b>Guía</b>	<b>Referencia</b>
1	Experimento de evaporación
2	Taller de evaporación y lluvia
3	Experimento de evapotranspiración
4	Taller de evapotranspiración

Guía	Referencia
5	Taller de infiltración y escorrentía
6	Taller de Pregunta Ambiental

Del proyecto de red piloto se tienen tres guías para talleres de la segunda fase del Programa de Conexión, donde se discuten las variables meteorológicas y se hace construcción de instrumentos. Aun falta elaborar las guías para los talleres sobre la temperatura y humedad en el aire, el de pronóstico del tiempo y la observación y clasificación de las nubes, tarea con la que está comprometido el Grupo Base UN.

**Tabla 15. Guías temáticas para la segunda fase del Programa de Conexión.**

Guía	Referencia	Estado
1	La lluvia	Lista
2	La presión atmosférica	Lista
3	El viento y las nubes	Pendiente nubes
4	La temperatura y la humedad	Pendiente
5	Pronóstico del tiempo	Pendiente

Las guías del profesor Carlos Julio Ramírez están a disposición para el estudio por parte de los talleristas y como banco de ideas para nuevos talleres.

## 2.2.2 Conferencias

Las tres conferencias sobre: Ciclo hidrológico, Cambio climático y, Ética ambiental y RedOTA están disponibles para ser ofrecidas a cualquier público que lo solicite.

## 2.2.3 Instrumentos de medición

A continuación se listan los instrumentos que poseen cada una de las garitas meteorológicas que se involucraron el Programa de Conexión este semestre.

**Tabla 16. Relación de instrumentos de lectura manual en las Institución Educativa del Programa de Conexión.**

I.E. Juan de la Cruz Posada – Sección Agustín Nieto		
Instrumento	Tiene	Estado
Garita	Si	En buen estado. Ubicada en el balcón de un segundo piso. Zona cerrada.
Pluviómetro	Si	No está montado
Termómetros de máxima y mínima	Si	No están montados
Termómetros bulbo seco y húmedo	Si	No está montado el ventilador para el bulbo húmedo

<b>Colegio Colombo Francés</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Tiene</b>	<b>Estado</b>
Garita	Si	Buen estado de la pintura y la madera. Ubicada en una zona verde abierta
Pluviómetro	Si	En funcionamiento
Barómetro	Si	En funcionamiento
Termómetros máxima y mínima	Si	En funcionamiento
Termómetros bulbo seco y húmedo	Si	En funcionamiento
Higrómetro análogo	Si	En funcionamiento.
Veleta	Si	En funcionamiento.

<b>I.E. La Candelaria</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Tiene</b>	<b>Estado</b>
Garita	Si	Guardada en buen estado.

<b>I.E. Sol de Oriente</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Tiene</b>	<b>Estado</b>
Garita	Si	Requiere ajustes y pintura. Ubicada en el patio central de colegio. Zona cerrada.
Pluviómetro	Si	No está montado
Termómetros bulbo seco y húmedo	No	Solo bulbo seco.
Anemómetro	No	Incompleto

<b>I.E. Carlos Betancur Betancur</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Tiene</b>	<b>Estado</b>
Garita	Si	Buen estado de la pintura y la madera. Ubicada en un patio del colegio. Zona cerrada.
Pluviómetro	No	Dañado
Termómetros bulbo seco y húmedo	Si	El ventilador no esta funcionando
Anemómetro	No	Dañado

<b>I.E. Miguel Valencia (Jardín)</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Tiene</b>	<b>Estado</b>

Garita	Si	En buen estado. Ubicada en una zona verde abierta
Pluviómetro	Si	En funcionamiento.
Barómetro	Si	En funcionamiento.
Termómetros máxima y mínima	Si	En funcionamiento.
Higrómetro	Si	En funcionamiento.
Veleta	Si	En funcionamiento.

Con la excepción del Colegio Colombo Francés y la I.E. Miguel Valencia (Jardín) todas las instituciones tiene importantes deficiencias con los instrumentos, bien sea por su ausencia, porque no están en condiciones de usarse o porque están mal ubicados.

En el proyecto de Red Piloto se buscaron las mejores ubicaciones para las garitas en las visitas pero hay instituciones donde no hay áreas despejadas y seguras. En estas instituciones, como el Agustín Nieto y al Carlos Betancur, no es posible hacer mediciones de viento y la medición de la lluvia requiere de un montaje especial, que consistiría en un dispositivo de elevación que permita sacar el pluviómetro del área de influencia de las paredes del edificio. También se hicieron mejoras al diseño de algunos instrumentos: pluviómetro, anemómetro y veleta, pero aún son vulnerables a la intemperie y su construcción no se ha sociabilizado lo suficiente como para permitir un fácil reemplazo de los instrumentos dañados.

Hay que reconocer que algunos instrumentos sencillamente no pueden ser construidos por un docente o un grupo de estudiantes con los materiales de que disponen, como son el anemómetro, el barómetro y el termómetro de máxima y mínima. Este tipo de instrumentos tienen que ser comprados en el mercado y muchas de las instituciones no cuentan con apoyo económico para esto.

## 2.2.4 Estaciones automáticas

Desde el proyecto de Red Piloto se decidió incorporar este tipo de equipos considerando que podrían aportar a la información manejada y que a parte de las labores de instalación, calibración y mantenimiento no requieren de atención constante para hacer mediciones. La idea es que cada administrador se encarga de la calibración y ajuste de su estación y que comparta la información en la Red donde hay otras estaciones conectadas. Esta área de trabajo de la Red OTA ha sido liderada por el profesor Andrés Ochoa.

Las estaciones automáticas que han montado diferentes Instituciones Educativas, y cuyos administradores están dispuestos a compartir la información que allí generen se listan a continuación.

**Tabla 17. Listado de estaciones automáticas que pudieran estar dispuestas a compartir información en la RedOTA a 2010.**

Institución Educativa	Ubicación	Marca
-----------------------	-----------	-------

Colegio Colombo Francés	La Estrella	Davis
I.E. Miguel Valencia	Jardín	Davis
Escuela de Ingeniería de Antioquia	Envigado – Las Palmas	Davis
Grupo CICLICO –UNAL	Facultad de Minas – Bloque M2	Davis
REDAIRE	Facultad de Minas – Bloque M3	Davis
Grupo CICLICO –UNAL	Facultad de Agronomía – Bloque 19	Davis

Al finalizar el primer semestre de 2010 se tenían dos estaciones transmitiendo información en tiempo real a la página Web de la RedOTA: La estación de REDAIRE ubicada en el techo del bloque M3 de la Facultad de Minas y una estación de prueba ubicada en la bloque M2 de la misma facultad.

### 2.2.5 Vías de enlace Web

La plataforma Web desarrollada durante la Tesis de Grado de Maria Isabel Marín (2007), es por ahora un prototipo que requiere de mayor trabajo para viabilizar su implementación. Ante esta situación se creó en comienzos de 2009 una página Web alojada en el servidor Hidráulica de la Escuela de Geociencias que consistía básicamente en un listado de las Instituciones Educativas con la información que se tenía de cada una de ellas. Esta página era de difícil programación, la conexión del servidor se caía frecuentemente y no podía recibir la información de las estaciones automáticas. Todo esto llevó a la necesidad de habilitar otra página Web que se desarrolló a partir de la plataforma GoogleSites y que se puso al alcance del público en marzo de 2010.

Esta nueva página tiene varias ventajas frente a las anteriores:

- Mapas de Google con todas las estaciones existentes y en proceso de conexión en la RedOTA.
- Secciones para cada una de los nodos donde se presenta la información de contacto, los instrumentos, la ubicación detallada en el mapa, galería fotográfica, y donde se pueden vincular documentos que envíe cada uno de los nodos.
- Una sección de actividades programadas que a partir de una lista de correos, envía automáticamente invitaciones a personas interesadas.
- Una sección de imágenes de los satélites GOES de la NASA.
- Una sección sobre el fenómeno ENSO, con los reportes actualizados de la NOAA y animaciones de las temperaturas en el Pacífico tropical.
- Una sección para descargar las guías para aprender a medir y a construir instrumentos para algunas variables meteorológicas y también los reportes de datos que han pasado por el control de calidad.

- Vínculos al blog de los observadores del tiempo atmosférico y a diversas páginas sobre educación ambiental e hidrometeorología.
- Una sección de preguntas frecuentes.

El blog Observadores del Tiempo Atmosférico ha sido usado como sitio para plantear foros a partir de preguntas sobre la importancia de observar el entorno atmosférico, para difundir información climática de interés local y para vincular a otros proyectos afines; no ha tenido muchas visitas aún, pero cada vez crecen más sus listas de correos, y continúa en proceso de construcción.

### 2.2.6 Bases de datos

Actualmente se cuenta con una base de datos de Instituciones Educativas interesadas en la meteorología donde están las que fueron visitadas durante el proyecto de Red Piloto, las que han sido partícipes de los talleres en la Escuela del Maestro y otras que recientemente han manifestado interés en hacer parte de la Red OTA.

**Tabla 18. Instituciones Educativas que manifestaron interés en la RedOTA en 2009 - 2010.**

<b>Institución Educativa</b>	<b>Docente enlace</b>
CEFA	Carlos Julio Echavarria
Alcaldía de Medellín	Esther Lucía Duque
Juan de Dios Cock	Maria Gladys Gallego Alzate
El Bosque	Socorro Ortiz Salazar
Diego Echavarria Misas	Blanca Cecilia Duque Gómez
Fátima Nutibara	Carmenza Osorio
Jorge Robledo	Juan Guillermo Bastidas (Rector)
José R. Vasquez	Luz Maria Zapata
Horizontes	Diana Patricia Gómez
Santos Ángeles Custodios	Leocadio Giraldo

### 2.2.7 Alianzas operativas

Se estableció un acuerdo con el Aula Taller Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas, que debe consolidarse durante la ejecución de la segunda fase del Programa de Conexión con las Instituciones Educativas.

Se tuvo una reunión con el Parque Explora donde se nos manifestó que les interesaría que la RedOTA apoyara instituciones en lo que es la Feria Explora, con temas de meteorología.

Se han tenido contactos con el SIATA donde hay potencial interés en difundir la prevención de desastres en instituciones educativas, y la relación que esto tiene con la observación del entorno meteorológico.

## 2.2.8 Grupo humano

Se tiene un grupo de 4 talleristas, quienes no están vinculados al Aula da Vinci, que ofrecen los talleres por el interés y convicción que tienen en difundir y adquirir nuevo conocimiento sobre la construcción de tejidos sociales a propósito del clima.

**Tabla 19. Listado de estudiantes enlace voluntarios no vinculados al Aula da Vinci.**

<b>Nombre</b>	<b>Programa de pregrado</b>
Santiago Cataño	Ingeniería Civil
Walter Jaramillo	Ingeniería Agronómica
José Rafael Sánchez	Ingeniería Agronómica
Jorge Alfredo Cogollo	Ingeniería de Control

En el aula da Vinci son 6 las personas que se han involucrado con la RedOTA.

## 2.3 REVISION DEL ENFOQUE ESTRATÉGICO

A partir de las diversas entrevistas y del proceso ejecutado desde el Primer Encuentro Técnico, se extraen algunos elementos acerca de las hipótesis que han dirigido los objetivos del proyecto de Red de Observadores hasta el momento.

- En el proyecto de 2001 “Observadores del Tiempo Atmosférico y Nubes en Colegios de Antioquia” y la continuación de este que ha hecho el Grupo Abaco, está planteado como una forma de extensión académica de la universidad, que busca promover una visión integral de las ciencias naturales (astronomía, física, matemáticas y meteorología) y no como una forma de abordar problemas ambientales.
- La oportunidad de enviar información al proyecto CERES s´cool de la NASA ha sido el más importante motivo de registro del clima para las instituciones que hasta hoy siguen haciendo mediciones diarias.
- La hipótesis de que constituir red es más efectivo para la observación del tiempo atmosférico surge con el proyecto de Red Piloto. Siguiendo esta hipótesis se plantearon dos acciones: 1) Realizar un programa de visitas para conocer a los potenciales actores de la red y 2) Desarrollar una plataforma Web para el manejo de la información.
- El programa de visitas resultó muy apropiado, pues logró construir la base de datos y hacer un diagnóstico de la disposición y aptitud de los integrantes para participar.
- Se puede decir que la dirección que se escogió para el desarrollo Web fue un plan de acción equivocado, ya que no se exploraron alternativas más asequibles y menos especializadas y en eso se invirtieron recursos que hasta ahora no han servido para conectar a las personas.

- El proyecto de Red Piloto se planteó, como prioritario la mejora de los instrumentos de medición pero esto no se logró satisfactoriamente. Se mejoró el diseño de algunos instrumentos básicos como el pluviómetro y la veleta, pero no se difundió la construcción de estos ampliamente.
- El enfoque del acceso a recursos ha sido la autogestión y que sea cada actor el que consiga los materiales para la observación atmosférica. Se trata de evitar crear dependencias, promover la iniciativa y el compromiso.
- El comienzo de la RedOTA tuvo dos enfoques principales: 1) El enlace de las Instituciones Educativas, tarea que continúa llevándose a cabo desde una perspectiva de educación ambiental, en el sentido de la integración de varias dimensiones naturales y sociales; y 2) La creación de una plataforma Web para la interacción de los actores de la Red, entre los que están las estaciones automáticas y las instituciones educativas, tarea que se logró solo parcialmente pues hasta ahora solo hay aporte de información de estaciones automáticas.

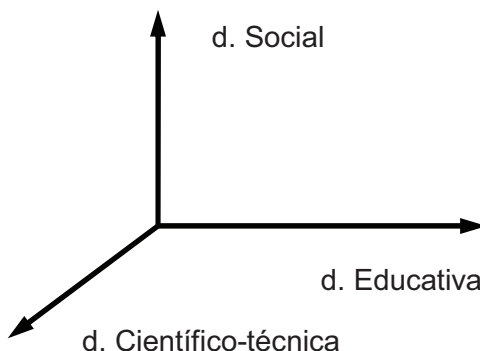
## **2.4 DIVULGACIÓN DE LA RedOTA y MONITOREO DEL ENTORNO SOCIAL**

Esta gestión es realizada por los miembros del Grupo Base UN que contactan instituciones educativas o académicas de su entorno y les plantean la propuesta.

El encuentro de instituciones como el SIATA o el Parque Explora ha surgido de la misma forma pero hasta ahora no se han concretado propuestas significativas de participación con RedOTA.

### 3 DEFINICIÓN DE PROPOSITOS Y PRINCIPIOS DE LA RedOTA

La RedOTA, como iniciativa para la mejora ambiental a través de la acción individual y colectiva, se despliega en tres dimensiones, integradas en un amplio enfoque de la realidad climática: dimensión social, dimensión educativa y dimensión científico-técnica. Estas tres dimensiones definen un espacio en el cual podría desarrollarse un abanico amplio de actividades, siempre en torno a temas relacionados con el clima y la atmósfera.



**Ilustración 3. Dimensiones de la RedOTA.**

La RedOTA es un conjunto de voluntarios en todo el sentido de la palabra, y las únicas condiciones para participar de la red consisten en que cualquier nodo acepte los principios éticos y operativos que la sustentan. Esto trae ventajas y también algunas limitaciones que serán propias de la gestión estratégica y operativa de la red, como conjunto de actores dirigido por unos principios éticos.

La decisión de anteponer los principios éticos, en los propósitos de la red, surge de principios de la educación ambiental, los cuales deben extenderse a todo el accionar de los humanos, si de lograr la mejora ambiental se trata. Lo que se busca, es establecer un planteamiento fundacional consecuente con el carácter unitario de la realidad, que permita hacer una renovación conceptual y metodológica para eludir las causas de la crisis ambiental presente. Dicha renovación ética y conceptual tiene que ver con la integración interdisciplinaria, intergeneracional, interinstitucional e interpersonal de muchos aspectos del medio ambiente entendido como realidad natural y discursiva simultánea.

Los cinco principios son enunciados a continuación sin un orden de importancia particular.

#### 3.1 RED FÍSICA Y DE SENTIDO

Las diversas formas físicas, bióticas y discursivas que se dan alrededor del aire como realidad ambiental, obligan a que sea necesario un principio ético para considerar la validez de todas. Solo para mencionar algunos ejemplos, en lo físico-biótico: el oxígeno es un elemento esencial para casi toda la vida; el nitrógeno del aire es fijado por algunas

plantas en el suelo y es fuente de fertilidad para las mismas; la circulación atmosférica es la reguladora del clima del planeta; el ciclo hidrológico es igualmente esencial para la vida, y ha sido determinante para la construcción de la sociedad humana; la atmósfera es receptora de gran cantidad de contaminantes de procesos humanos. En lo socio-cultural: los flujos del agua y el aire han sido y serán siempre desde motivo para el arte hasta lugares para la reflexión y la recreación, por decir lo menos. Más recientemente, el aire es visto por algunos como un objeto del mercado por medio de los bonos de emisiones de carbono, y también es objeto de debates políticos a nivel mundial, por la situación del cambio climático global.

En nuestro contexto local, vivimos en una de las ciudades mas contaminadas del país y de Latinoamérica, a causa de sus condiciones orográficas, meteorológicas, urbanísticas, socio-culturales, políticas y económicas, entre otras (Correa, 2009). Mejorar las condiciones de observación colectiva de los procesos atmosféricos y lograr que esa información sea accesible al público en general, aporta a la prevención de riesgos y al manejo de las incertidumbres asociadas al cambio climático (Jiménez et al, 2008)

Si se quiere abordar esta problemática se requiere del enfoque sistémico ambiental que integre todas las dimensiones involucradas. La administración local desarrolla varios programas públicos para intentar controlar este problema que incluyen: el establecimiento de una red de monitoreo de la calidad del aire (REDAIRE), campañas como el día sin carro, y pactos por la calidad del aire (AMVA, 2009). Estas actividades se quedarán como un campo de estudio para especialistas, con pocas probabilidades de incidir positivamente en el ambiente de la ciudad, a menos de que sean complementadas e incorporadas mutuamente todas las comprensiones y conocimiento culturales de los ciudadanos, de forma que se entiendan todas las dimensiones del problema. Por esto formulamos el principio a la vez ético y operativo de la que la RedOTA es red física y de sentido.

El tiempo atmosférico es un actor con el que interactuamos constantemente. Nosotros lo cambiamos y el nos cambia sistémicamente. Las interacciones que se dan abarcan todas las dimensiones ambientales, y es importante encontrar las relaciones profundas de poder, conocimiento y lenguaje que hay entre todos los actores. Cuando el tiempo atmosférico es considerado como un entramado de actores humanos y no-humanos, se hace un cambio en las estructuras epistemológicas y ontológicas sobre el conocimiento del clima, que rebasa las fronteras conceptuales de naturaleza - cultura y que permite la integración de diversos conocimientos en una renovación de las estrategias de educación ambiental.

La RedOTA incluye todos los conocimientos sobre el tiempo atmosférico de los actores, bien sean de carácter científico o cultural, para así potenciar la sensibilización y generación de conocimiento ambiental, a través de un acercamiento investigativo compartido, que abarque más allá de los problemas físico-bióticos tradicionalmente estudiados, y llegue a ser un espacio para las formas socioculturales que se tejen sobre el entorno atmosférico.

Se consideran las posiciones negacionistas y catastrofistas frente al cambio climático global, que resultan en indiferencia e impotencia, e impiden una respuesta humana desde la ética ambiental, como el resultado de una desconexión de los colectivos humanos respecto a la realidad de su entorno, que solo puede ser reestablecida a través de un dialogo del discurso científico con otros discursos construidos culturalmente, como son: la

fotografía, la pintura, el deporte, la biología, la economía, el ocio, el asombro, la comunidad y la tecnología, en el marco de la ética ambiental.

Entre todos los actores se promueve siempre la indagación por el conocimiento propio presente, pero no para quedarse en lo anecdótico, sino para constituir la base para los diálogos entre diferentes conocimientos provenientes de otros actores, que potencien la curiosidad general y la necesidad de compartir colectivamente comprensiones sobre el entorno atmosférico.

El concepto de red de actores tiene varias ventajas conceptuales para el estudio ambiental, y es que nos obliga a situarnos espacial y temporalmente, a identificar a todos los actores involucrados y a buscar explicar conjuntamente lo social y lo natural. ¿Dónde estamos?, ¿Cuándo?, ¿Qué sucede?, ¿Con quiénes?; son las preguntas que cada actor debe resolver permanentemente con el propósito de reconocer su pertenencia a la red y su posibilidad de interactuar con otros. Por supuesto, estas preguntas tienen respuestas diferentes para cada actor. Lo importante es que cada actor comprenda que en la RedOTA debe dar para recibir, cada uno según sus capacidades.

### **3.2 CONVIVENCIALIDAD**

En la RedOTA se busca una forma de producir conocimiento, aprendizaje e información, que sea colectiva, abierta, autónoma e integral, de acuerdo con el planteamiento de lo que Ivan Illich denomina la convivencialidad (Illich, 2005). Nos permitimos pensar que la intención y la capacidad de las personas emergen más fácilmente en colectivos abiertos. Intentamos dar a cada persona la misma oportunidad de compartir sus observaciones con otros, motivados por intereses similares. Educación para todos, es para nosotros, educación por parte de todos. Lo que implica conectarnos de tal forma que todos, desde el trabajo, la recreación y la política, podamos aportar y recibir aprendizaje, a la vez que proveer un campo abierto para cualquiera con interés para que adquiera estos saberes de una forma espontánea y participativa, reconociendo que ninguno puede ser solamente usuario de información sino también generador de la misma.

Vemos en el acceso restringido a la información del entorno atmosférico una fuente de riesgo para la vida de las personas en el contexto de crisis ambiental, cambio climático global y las condiciones de contaminación de la ciudad (Jiménez et al, 2008), y somos conscientes de que existen alternativas, a la explotación económica de la educación ambiental o de la generación de información climática, como bienes de consumo; que buscamos para crear capacidad de comprensión y actuación extendida a través del conjunto social.

Buscamos estimular la diversa autonomía creadora para evitar la uniformidad de la institucionalización de los valores, como una forma de ser incluyentes; al demostrar que el conocimiento de nuestro propio entorno no está, ni puede ser dado y que, por el contrario, solo emerge de nuestra propia intención y preparación. Por eso mismo, manejamos un lenguaje concreto frente a la cotidianidad y accesible a la mayor cantidad de personas, para posibilitar que el aprendizaje se extienda en todas las relaciones comunitarias, y sea retroalimentado por las mismas.

Procuramos un adecuado equilibrio entre el avance del conjunto de los actores y el desarrollo individual de cada uno de ellos, de forma que los progresos de cada uno estimulen a los demás y las dificultades de cada uno puedan ser atendidas por el conjunto de actores. Queremos ser un conjunto de personas aprendiendo todas de su entorno y por lo tanto, valoramos e incluimos todas las iniciativas individuales mientras se mantengan afín a nuestros propósitos de aprendizaje colectivo, y respeten nuestros principios de autonomía, iniciativa y el compartir.

Ivan Illich (2005) mencionaba a la biblioteca abierta como una forma convivencial para el aprendizaje pues en ella, para aprender, sólo se requiere saber leer; nadie está obligado a hacerlo; y a nadie hay que pagar, y a las redes de personas unidas por su afinidad, que se ponen sus propios objetivos sobre los temas, como una forma convivencial de difusión del conocimiento. En este sentido es que se puede decir que la RedOTA es una biblioteca abierta en construcción, de conocimiento ambiental sobre el tiempo atmosférico.

### **3.3 ENFOQUE SISTÉMICO**

La RedOTA se define como un sistema de actores y factores que propician o dificultan la generación y distribución de información ambiental sobre el tiempo atmosférico. Este colectivo de actores busca la complementariedad, la sinergia y la recursividad como propiedades sistémicas (Bushev, 1994).

La complementariedad se manifiesta en el despliegue de las tres dimensiones de que se nutre la RedOTA: social, científico-técnica y educativa, y en la consecuente diversidad de los actores que compone un cuadro amplio de visiones culturales, científicas y políticas. En la RedOTA cada actor encontrará algún interlocutor para sus inquietudes e intereses respecto al clima y el tiempo atmosférico; en el campo afectivo, deportivo, estético, educativo, científico o ambiental, con quien puede aprender y a quien puede también estimular, siempre y cuando se entablen relaciones abiertas y se difundan los aprendizajes a hacia los otros actores de la red.

La sinergia significa que los actores deben asumir una actitud de autónoma iniciativa e ir más allá de lo que se encuentra experimentado o propuesto, buscando nuevas interacciones entre sí, que se expresen nuevas preguntas y soluciones, y que compartidas con los demás actores vigoricen la red. El Grupo Base UN ha tenido y seguirá teniendo una actitud de promoción de la sensibilidad y de compromiso con el aporte de información pero es sólo en la etapa inicial de la red, pues va en contra del planteamiento convivencial, sistémico y de red que haya un actor que centralice cualquiera de sus flujos de acción o de información. Cada actor de la RedOTA debe estar dispuesto a buscar en otros actores los impulsos que potencien su curiosidad y su creatividad hacia la participación del entorno atmosférico.

La recursividad se refiere a que cualquier subconjunto de la RedOTA debe estar en capacidad de reproducir las propiedades del sistema. Lo que implica que cada actor debe asumir los principios éticos, desarrollar las tres dimensiones de la red de forma integral y estar en relación con otros actores que lo complementen y potencien. Esto debe ser así para que la red pueda seguir existiendo y desarrollándose a pesar de la desaparición de uno o varios nodos. Fomentar esto es un propósito que apunta a maximizar el vigor de la red en su extensión, a la vez que minimizar el riesgo por la volubilidad de algunas

organizaciones sociales. Cada actor debe imaginar qué, si se desconecta del resto de la red, debe tener la necesidad y estar en capacidad construir nuevos enlaces con quienes compartir la información que genera.

Puede verse que estos principios sistémicos hacen énfasis en cada uno de los actores y las características de sus interacciones con otros. Cada actor debe maximizarse a si mismo en cuanto a su capacidad de comprender, generar, transmitir y aliarse con otros. Esto no excluye para nada que se realicen acciones coordinadas sino que por el contrario se vuelve condición necesaria para poder coordinar más productivamente tales actividades, pues esta no será de forma centralizada ni unidireccional.

### **3.4 COMUNIDAD ALREDEDOR DEL RECURSO AIRE**

La RedOTA es también una forma de organización social con un propósito alrededor de un recurso natural que es el aire y esto le confiere cinco características importantes para su definición y funcionamiento (Ostrom, 1990):

1. La RedOTA es una oportunidad para construir una nueva ética ambiental en torno al recurso aire, ya que cuando los individuos dispuestos a cooperar con otros, constituimos sólo una minoría de la población total de la sociedad, una condición para que podamos sobrevivir, prosperar y expandirnos es establecer una red entre nosotros.
2. La RedOTA se desgasta con el desuso. Es necesario mantener un mínimo flujo de información útil constante entre todos los nodos, para evitar las desconexiones. Esto significa que en cada momento tendremos algo que comunicar, como una estrategia de mantenimiento de la interacción social. Hay que reconocer y preservar los nodos conectados en todo momento pues, los que ya están participando son difusores de la red que han ganado capacidad de generar conocimiento y esto no se puede desperdiciar.
3. La RedOTA como forma social es difícil de medir. La gran diversidad de factores que influyen en las relaciones entre las personas no pueden ser sobreeséidas por ninguno de los actores de la RedOTA. Hay que reconocer que hay cosas que las personas no dicen por factores conscientes o inconscientes, entre los que está el estatus de cada uno. Esto significa que como forma social la RedOTA debe maximizar la confianza y la reciprocidad entre los actores, pero no debe caer en la trampa del predominio de las cantidades y las magnitudes.
4. La RedOTA se construye desde dentro. Las interacciones sociales alrededor de un recurso colectivo sobre el que se busca generar sensibilidad y conocimiento no deben ni pueden ser forzadas por un actor externo. Esto desincentivaría a las personas, las alejaría de sus capacidades y no les permitiría construir conocimiento valioso sobre como comunicarse y regularse.
5. Las políticas públicas influyen profundamente en la RedOTA. Hay que reconocer que las decisiones sobre política de educación al nivel local afectan la actividad de la RedOTA. Pero no sólo la política educativa, sino también la

política de alianzas establecidas por otros actores, ya que una política centralizadora de la información puede bloquear el desarrollo de la red mientras que una política de alianzas horizontales puede facilitarlo.

### **3.5 CALIDAD EN LUGAR DE CANTIDAD**

La RedOTA requiere de la capacidad de concentrar los flujos de información en cosas útiles para nuestra comprensión y participación del entorno. Esto se logra con una adecuada preparación, adecuación y sensibilización de todos los actores hacia los propósitos y los principios éticos, metodológicos, conceptuales y operativos; de forma que todos entiendan la información que se comparte, bien sea de carácter social, científico o educativo, y procuren la mejora de su calidad.

La cantidad de problemas ambientales que hay en las comunidades, y el hecho de que generalmente estos se encuentran conectados entre sí, pueden llevar a que sea difícil decidir por dónde o cómo empezar a investigarlos por parte de cada localidad. Los actores deben entonces considerar a la RedOTA como una oportunidad para desarrollar una experiencia de aprendizaje colectivo sobre el tiempo atmosférico, que bien puede reaplicarse hacia otros recursos, pero que para que sea funcional requiere de la suma de los campos de acción de cada uno de los actores hacia el propósito común.

Es cierto que se requiere iniciativa y autonomía, pero también compromiso y deseo de compartir por igual. Lo que significa que, ante la tendencia a un activismo ambiguo en el que la red podría diluirse y perder la fuerza de sus enlaces, debe promoverse la acción planeada y concertada, con objetivos comunes, que de forma incremental vaya llenando los canales de comunicación y, la utilización de las formas de retroalimentación que permitan llamarse la atención unos a otros.

La RedOTA no pretende multiplicar indefinidamente los nodos; tampoco busca que el número de variables atmosféricas monitoreadas en cada nodo sea grande sino más bien que sean variables importantes y que los registros sean válidos. Decimos “calidad antes que cantidad” porque, en cualquier caso, la red privilegia el interés con que se despliega la actividad en cada nodo y la manera responsable como se mide, se reporta y se comenta la información meteorológica. Consideramos como la mejor estrategia de motivación para los otros actores, el ejemplo que se puede hacer de unos registros o unas experiencias o unas interacciones bien documentadas y que resultan útiles e interesantes para el conjunto de la red. La extensión de la red será en todo caso algo secundario; una consecuencia más que un propósito central.

## **4 DEFINICIÓN DE ACTORES DE LA RedOTA**

Por definición, de la RedOTA puede hacer parte cualquier actor involucrado en aportar y recibir información climática desde las perspectivas ambiental y convivencial. En este capítulo se describen los presentes y los principales actores potenciales de la RedOTA, haciendo énfasis en las posibilidades de que sus interacciones generen sinergia, complementariedad y capacidad de síntesis de la información.

Aunque durante los años 2009 y 2010 la mayor parte de las interacciones se han buscado con las instituciones de educación básica, debido a los precedentes de los talleres de la Escuela del Maestro y el proyecto de Red Piloto. El Grupo Base UN ha tenido contactos con algunas instituciones públicas en el tema ambiental y de promoción de la cultura científica, buscando expandir su alcance.

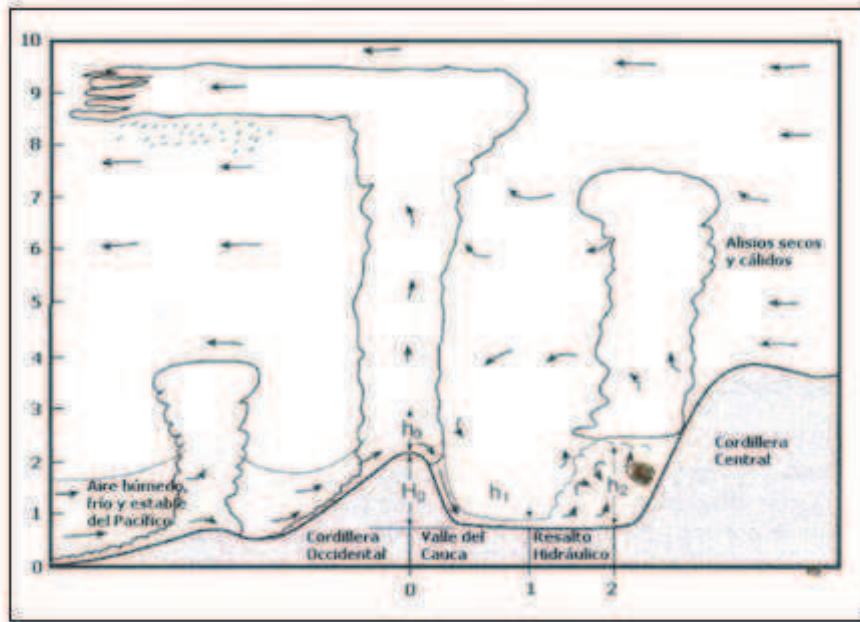
Los enfoques sistémico y de Red de Actores implican que además de los actores humanos, los actores no – humanos también deben ser descritos y explicados, como una forma de tender puentes entre lo natural y lo cultural, que permitan hacer una integración de la diversidad discursiva ante el tiempo atmosférico y el clima del Valle de Aburrá.

### **4.1 ATMÓSFERA Y CLIMA DEL VALLE DE ABURRÁ**

La observación de las condiciones y procesos atmosféricos en las ciudades es la piedra angular para la comprensión de los climas urbanos, pero la mayoría de los estudios se han realizado en latitudes medias y hay muchos tipos de áreas urbanas sobre las que existe poco conocimiento, especialmente en los trópicos. Entre las direcciones que han presentado avances en la observación y medición de la atmósfera urbana, están las formas de investigación. Cada vez más, los programas de observación urbana son iniciativas colaborativas, tipo campaña, multi-institucionales, interdisciplinarias con creciente interés en la problemática ambiental; y que combinan metodologías para investigar procesos a diferentes escalas: micro-escala, escala local y meso-escala (Grimmond, 2004).

El clima de Colombia es complejo por naturaleza, influenciado por un relieve muy irregular y por factores externos como los fenómenos que ocurren en el mar Caribe, el Océano Pacífico y la cuenca del Río Amazonas (Poveda, 2004). El cambio climático refuerza esa complejidad y plantea desafíos muy importantes para la sociedad (Mesa, 2007).

Colombia está ubicada en el trópico, que es una de las regiones climáticas más activas del planeta, donde su compleja dinámica meteorológica da lugar a la interacción de múltiples procesos y diversas retroalimentaciones en diferentes escalas espaciales y temporales (Hastenrath, 1991; Bruijnzeel, 2004). Entre los fenómenos que tienen lugar en el trópico, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se considera importante en términos del transporte de humedad y de nubosidad en sentido predominantemente este-oeste, que ocasiona que en esta franja latitudinal existan algunas de las regiones más lluviosas de la tierra, como lo es por ejemplo la zona Pacífico-Colombiana.

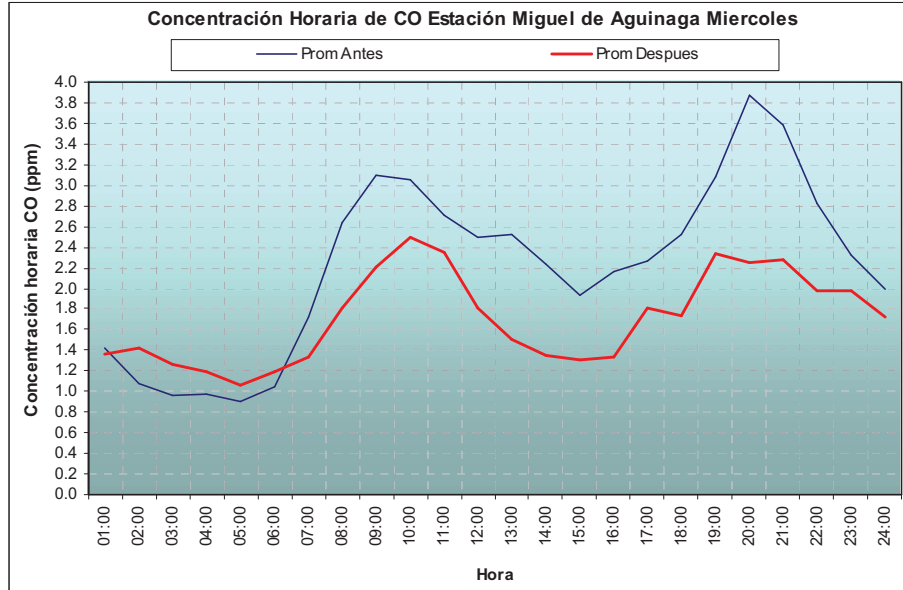


**Imagen 3. Chorro del Chocó y vientos alisios en la zona andina (Morales, 2006)**

En el Valle de Aburrá, las complejas condiciones de topografía se suman a la conurbación de esta región metropolitana, generando importantes problemas ambientales como son la concentración de contaminantes atmosféricos y la alta probabilidad de desastres asociados a crecidas las inundaciones y deslizamiento de tierras.

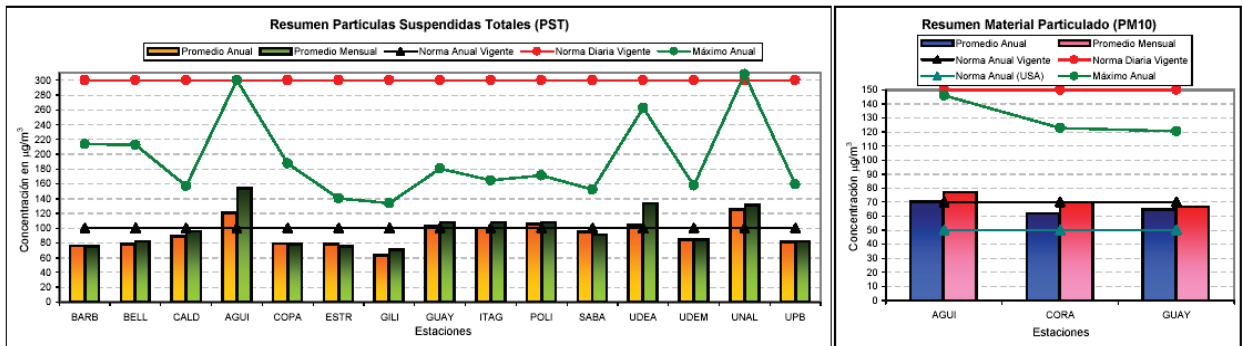
Las condiciones de estabilidad atmosférica del tipo estable superan el 50% y del tipo neutro llegan a 23%. (REDAIRE, 2001) El fenómeno de la inversión térmica es frecuente y ha sido objeto de estudios y modelaciones dentro del Grupo CICLICO (Rendón, 2004), (Ríos, 2001). Esta se define como un caso de estabilidad atmosférica que se desarrolla en la atmósfera del valle en la noche y se destruye en las primeras horas de la mañana, que limita los procesos de intercambio de masas de aire con las capas superiores de la atmósfera e incrementa los parámetros que miden la concentración de contaminantes.

La circulación atmosférica es influenciada por parámetros como: la topografía pronunciada con fuertes cambios de sección, la heterogeneidad de los usos y coberturas del suelo, la rugosidad superficial y la nubosidad de la atmósfera local. En el caso particular del Valle de Aburrá uno de los factores que condiciona estas variaciones es su orientación Sur-Norte (ángulo aproximado de 20°), ya que ésta define la trayectoria que sigue el Sol cada día sobre la atmósfera del Valle. En este sentido, se presenta un ciclo diurno según el cual la radiación incidente sobre la ladera occidental del valle es mayor que la incidente sobre la ladera oriental en la mañana, y viceversa en las horas de la tarde.



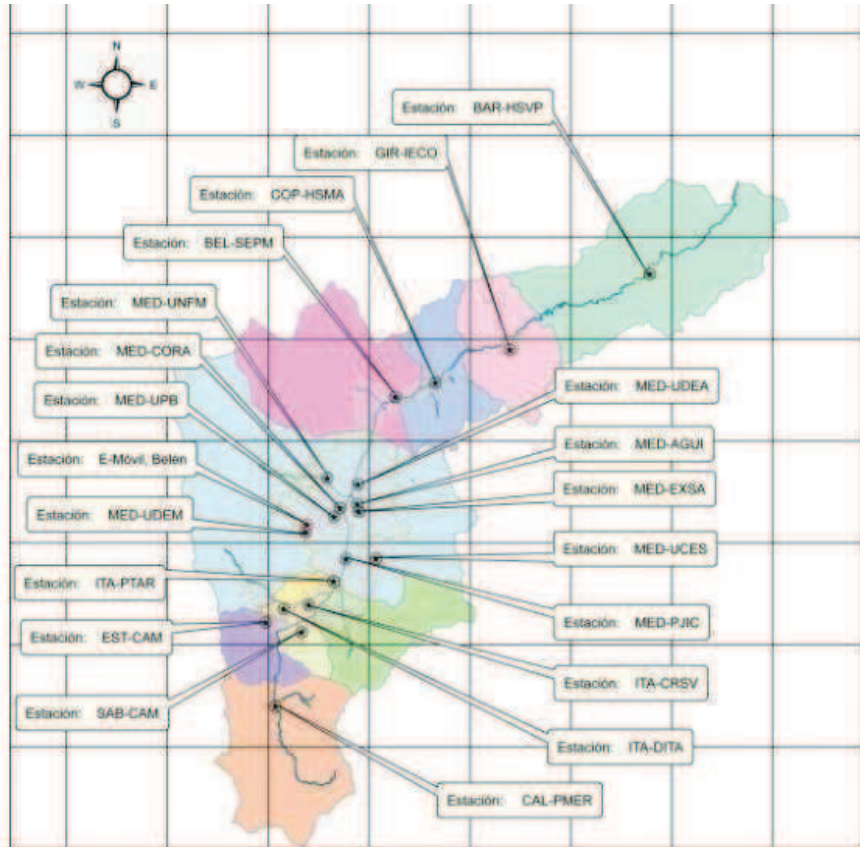
**Imagen 4. Variación típica de la concentración de CO en el centro de la ciudad de Medellín (Tomado del boletín Agosto de 2008REDAIRE)**

La contaminación atmosférica es una problemática ambiental importante, ya que Medellín ha registrado unos de los índices de calidad del aire mas deficientes de Latinoamérica, especialmente el cuanto a material particulado PST y PM10, con demostrados efectos negativos sobre la salud humana (Martínez et al, 2007) (Builes et al, 2009).



**Imagen 5. Informe gráfico REDAIRE sobre concentración de PST y PM10, Agosto 2007.**

Esto ha impulsado al Área Metropolitana del Valle de Aburrá a dotarse de instrumentos de medición y seguimiento de la concentración de contaminantes; y la realización de estudios sobre la dispersión de los mismos (Imágenes 4 y 5). El convenio REDAIRE se estableció para tal fin. De él hacen parte las principales universidades de la ciudad, cuenta con una red de estaciones de monitoreo, fijas y móviles; y realiza reporte y pronóstico permanente de las condiciones de calidad del aire. Actualmente REDAIRE es dirigido por la profesora Carmen Elena Zapata, de la Universidad Nacional.



**Imagen 6. Red de estaciones fijas de monitoreo de la calidad del aire de REDAIRE febrero de 2010. (REDAIRE, 2010).**

La precipitación también constituye un problema ambiental que se asocia a la vivienda de la mayoría de la población, afectada por condiciones de pobreza; y la ausencia de planeación del crecimiento urbano. Esto se manifiesta en frecuentes deslizamientos de tierras en épocas invernales. La precipitación tiene una alta variabilidad espacial en el valle y su intensidad y duración estacional ha sido afectada por el cambio climático global (Gutierrez, 2007).

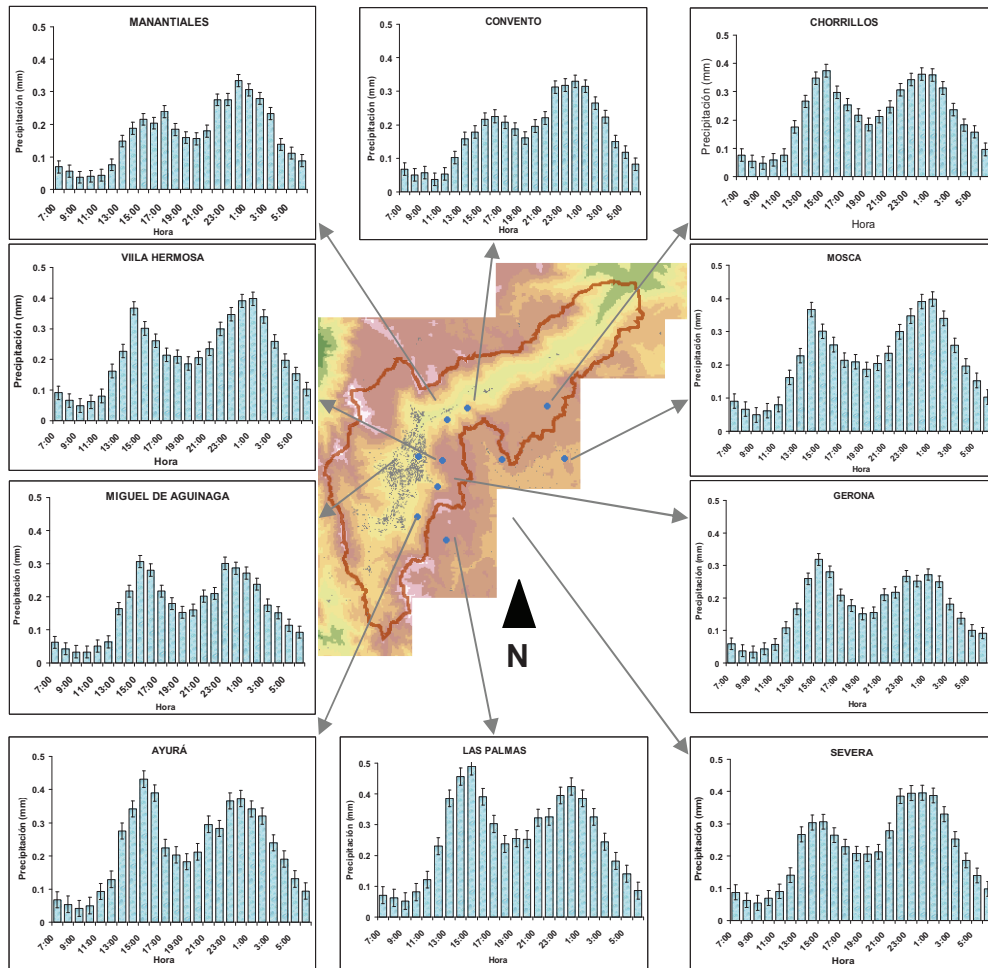


Imagen 7. Régimen diario de lluvias en el Valle de Aburrá. (PARH, 2003).

## 4.2 INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Las instituciones educativas han sido a quienes se ha dedicado la mayor atención durante el desarrollo de la presente tesis. Para estas se creó el Programa de Conexión, el cual se ejecutó durante el primer semestre de 2010 en cinco instituciones del Valle de Aburrá y que tiene otras 14 instituciones interesadas en participar de la RedOTA, en espera de vincularse a través del Programa de Conexión.

Cuando se habla de instituciones educativas nos referimos siempre a un docente enlace, que manifestado su interés hacia la meteorología principalmente en la Escuela de Maestro, generalmente perteneciente al área de las ciencias; y de un grupo de estudiantes llamado grupo semilla, compuesto por máximo 15 a 17 alumnos, que pueden ser de diferentes grados académicos.

El interés que tienen los docentes en introducir el tema climático a los estudiantes tiene que ver básicamente con la crisis ambiental, manifiesta en el cambio climático global y en el fenómeno de la contaminación urbana, pero hay que reconocer que no todos parecen dispuestos a ser observadores del clima de tiempo completo, sino más bien motivadores

para que los alumnos comprendan algo del clima y actúen de una forma más consciente. Además, las limitaciones, posibilidades y antecedentes de cada uno son diferentes por lo que por el momento para algunos lo más importante es “poner a funcionar la garita meteorológica”, para otros es “que los estudiantes conozcan el manejo de instrumentos meteorológicos” y para los más antiguos es compartir la información que ya generan.

Como ya se ha expuesto, las instituciones que se han postulado para el Programa de Conexión, lo han sido en virtud de su participación en los talleres de meteorología de la Escuela del Maestro. A causa de esto, muchas ya poseen la garita meteorológica y algunos instrumentos medición pero, en casi la totalidad de los casos, no se utilizan para tomar registros y no se tiene conocimiento de las posibilidades reales de medición de variables ni hay un inventario que informe de las condiciones y ubicación del lugar.

Como se expuso en el capítulo 2 de diagnóstico de antecedentes, el primer semestre de 2010 se llevó a cabo el Programa de Conexión en cinco instituciones del Valle de Aburrá, más la Institución Educativa Miguel Valencia de Jardín, a la cual se realizó una visita para invitarlos formalmente a la RedOTA. A continuación se detallan las características de cada una de estas instituciones.

El profesor Adolfo Múnera de la I.E. Juan de la Cruz Posada, sección Agustín Nieto, se destaca por su constancia en los talleres de la Escuela del Maestro. El grupo de estudiantes que seleccionó es de los grados 3, 4 y 5. Cuenta con la garita meteorológica y algunos instrumentos pero lamentablemente su ubicación dificulta la medición confiable de la lluvia.

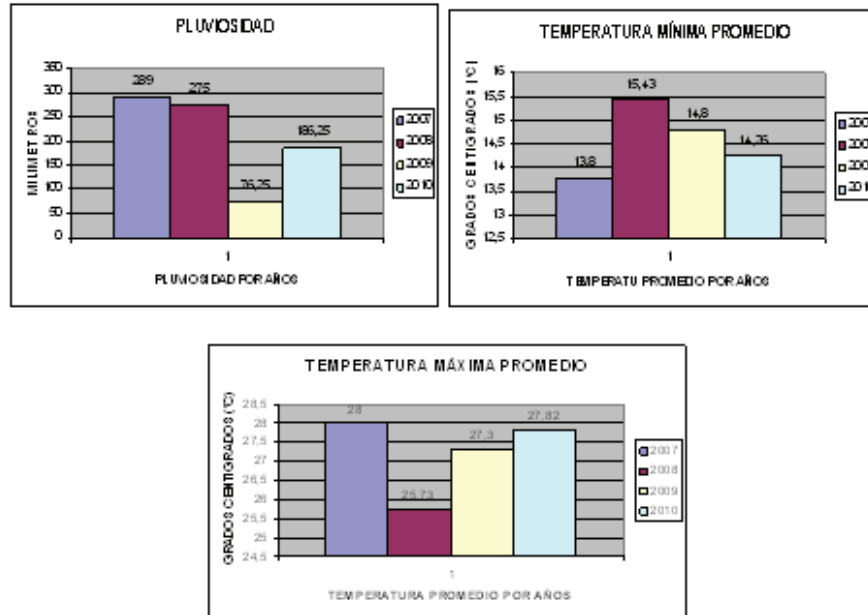
La I.E. La Candelaria en el barrio Santo Domingo Savio cuenta con la profesora Flor Ángela Otalvaro quien es muy interesada y diligente. El colegio cuenta sólo con la garita meteorológica que ella quiere dotar y poner en funcionamiento. Los estudiantes son de los grados 7 y 8 y algunos de ellos ya habían estado en actividades del proyecto de Red Piloto y de una sede descentralizada de la Escuela del Maestro. El edificio del colegio tiene además una posición privilegiada para la observación hacia el occidente, desde la estación Santo Domingo Savio del metrocable, lo que le permite una panorámica amplia para seguimiento a fenómenos de estabilidad atmosférica.

La iniciativa de la profesora Flor Ángela produjo que ella buscara a través del Grupo Base UN el contacto para que su grupo visitara una garita meteorológica en funcionamiento. Esto se efectuó en jueves 14 de mayo, cuando fue recibida por el profesor Carlos Julio Echavarría del CEFA, el cual tiene una garita meteorológica artesanal en funcionamiento con la que enseña la meteorología desde hace varios años. Esta interacción nos parece ejemplar pues es el resultado de la iniciativa, la disposición a compartir y la autogestión que deben constituir los nodos de la RedOTA.

El Colegio Colombo Francés es un pionero en temas de educación ambiental y de las ciencias naturales en el Valle de Aburrá acompañados por los profesores Miguel Monsalve, Jorge Morantes y Carlos Julio Ramirez. Tienen un observatorio astronómico, una garita meteorológica artesanal completamente equipada y una estación automática Davis. Realmente todos los docentes y el coordinador del colegio se sienten involucrados con la garita meteorológica, principalmente las profesoras Elssa Barrientos y Virginia Castaño. Algunos estudiantes han realizado exposiciones de las observaciones en eventos de educación ambiental. Las observaciones son registradas diariamente por diferentes docentes, y en la comunicación interna semanal del colegio hay una síntesis de

los datos con comparaciones trianuales y también reporte de los eventos extraordinarios de la semana.

### STATION MÉTÉOROLOGIQUE LES NIBELUNGUES



JUILLET	2007	2008	2009	2010 (1 AL 23)
Muestra	31 días	30 días	31 días	23 días
Días de lluvia	19 días	22 días	11 días	18 días
Total lluvias	289 mm	275 mm	76.25 mm	186.25 mm
Temp. Mín (promedio)	13.8°C	15.43°C	14.8°C	14.26°C
Temp. Máx (promedio)	28°C	25.73°C	27.3°C	27.82°C

**Anotación:** véase tablas y gráficos de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio en las comunicaciones internas anteriores.

#### Observación

- ✓ Martes 13 de julio: cachito de luna en la tarde.
- ✓ Domingo 18 de julio: cuarto creciente a las 18:35 p.m., luna cenit orientada al suroeste (observación realizada en San Pedro de los Milagros).

Toma de datos: **Pedro Argumedo**, estudiantes de 4° y Virginia Castaño.

#### Imagen 8. Comparación de datos promedio anual de pluviosidad, temperatura máxima y mínima de la estación meteorológica artesanal Les Nibelunges, Colegio Colombo Francés, periodo 2007 a 2010.

Este colegio constituye un ejemplo en cuanto a la observación metódica del clima, lo cual se facilita por el enfoque pedagógico integral que tiene, la tradición en la educación ambiental y la adecuada disponibilidad de recursos para este tipo de acciones.

La profesora Noelis Martínez en la I.E. Carlos Betancur Betancur del corregimiento San Antonio de Prado tiene una estrecha relación con la conservación ambiental, ya que los estudiantes hacen prácticas en la reserva forestal de La Romera y con el profesor Carlos Julio Ramírez han realizado diferentes recorridos interdisciplinarios de observación donde

van acompañados de personas que aportan sus conocimientos de botánica, suelos y aves. Esta docente es una importante asistente a los talleres de meteorología de la Escuela de Maestro, a los que a veces lleva algunos estudiantes. El grupo de semilla es de los grados 4 y 5 y se han presentado ocasiones en que asisten algunos padres de familia al taller. Tienen la garita meteorológica y unos termómetros, pero la ubicación al interior de un patio de la institución no es adecuada.

El grupo de la I.E. Sol de Oriente, en el barrio 13 de Noviembre es dirigido por el profesor Gustavo Celis, quien se desempeñó como coordinador de la Escuela del Maestro y que está familiarizado con la metodología de los talleres. Acá el profesor ha enfocado la RedOTA como un proyecto para 4 estudiantes del grado 10 los cuales están haciendo este año una investigación sobre la meteorología del Valle de Aburrá. Ellos lideran la introducción de la meteorología en el colegio y están encargados de compartirla con sus compañeros. Ha habido una gran participación en los talleres con preguntas y propuestas, en parte porque la edad de los estudiantes les permite mejor expresión de los problemas ambientales. La institución cuenta con garita meteorológica y muy pocos instrumentos. Esta es otra institución que posee una ubicación sobre la ladera oriental, conveniente para la observación meteorológica con panorámica de todo el centro de Medellín.

De la profesora Mercedes Arrubla y la I.E. Miguel Valencia del municipio de Jardín ya se ha descrito toda la actividad ambiental sobre el tiempo atmosférico que tienen desde hace 9 años. Para el grupo base de la RedOTA visitarla y aprender de ella es una necesidad que busca conectar a un grupo de personas claramente comprometidas con la observación de su entorno, de forma que su experiencia motive a otros grupos de docentes y estudiantes. Los resultados de los programas en meteorología del Grupo Abaco confirman, como en este caso, que las personas de instituciones ubicadas en áreas rurales han tenido mayor claridad y disposición para estudiar su clima que las del área urbana.

Por otra parte de las instituciones en la lista de espera, que se mostraron en el capítulo 2, cabe destacar al CEFA que, por su ubicación en el centro de Medellín y la disciplina con que el profesor Carlos Julio Echavarría, mantiene su garita meteorológica artesanal y lleva sus registros desde hace 9 años. Esta institución constituye una experiencia ejemplar de fácil acceso a otros grupos de potenciales observadores del área. El enfoque de Carlos Julio Echavarría hacia la meteorología surge más como aplicación de la matemática y la física que como respuesta a una problemática ambiental pero esto no contradice los principios éticos y operativos de RedOTA. Además, con el Grupo Abaco y el apoyo financiero del CTA (Centro Tecnológico de Antioquia), el profesor Carlos Julio Echavarría ha llevado la meteorología a varias instituciones del departamento de Antioquia que ya están registrando variables para enviarlas al programa CERES S´cool de la NASA.

### **4.3 GRUPO BASE UN**

Hasta el momento, este ha sido el único grupo dinamizador de las interacciones en la red, que ha buscado la identificación y conexión de los primeros actores. Las principales tareas a las que se ha dedicado han sido: 1) Impulsar la definición de los principios éticos y operativos de la RedOTA, 2) Desarrollar el Programa de Conexión en las Instituciones Educativas, 3) Servir de constructor y operador de una Plataforma Web, 4) Realizar la

conexión de estaciones automáticas a través de la Plataforma Web, 5) Hacer prospección hacia el futuro de la Red OTA, 6) Buscar posibles nuevos nodos y aliados operativos.

Este grupo se encuentra conformado actualmente por los profesores José Fernando Jiménez y Andrés Ochoa, del grupo CICLICO, el profesor Carlos Julio Ramírez, de la Escuela de Maestro y David Pulgarín, estudiante de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo.

Aunque el grupo base ha sido el proponente de la RedOTA tiene la firme intención de no convertirse en director o centro de la misma. El grupo seguirá difundiendo la propuesta y poniendo a disposición los recursos humanos con que cuenta, pero buscando siempre que todos los actores se reconozcan entre sí y que tengan iniciativas de interacciones propias.

En las fases iniciales de formación de la red ha sido necesario cierto grado de centralidad para poder recopilar la información de algunos actores e indagar sobre sus antecedentes y expectativas. La idea es que en un tiempo, cuando los actores hayan reconocido los principios éticos y operativos, la vinculación entre todos ellos sea espontánea, vigorosa y creativa, sin la necesidad de que nadie esté dedicado a evaluarlos o dirigirlos, sino como resultado de la apertura de las posibilidades de interactuar con otros actores ligados por una afinidad ambiental.

Entre los recursos que este grupo pone a disposición de la RedOTA están: su alianza con el Aula Taller Leonardo da Vinci; las tres conferencias elaboradas para el Programa de Conexión, aptas para cualquier tipo de público; la misión de conectar las estaciones automáticas a la plataforma Web (RedOTA, 2010); su disposición para ser interlocutor de cualquier tipo de inquietud sobre el tiempo atmosférico con cualquier actor de la red y los equipos modelo de que dispone, que son: garita meteorológica, pluviómetro izable, veletas, catavientos, baroscopio, termómetros y psicrómetro.

#### **4.4 AULA TALLER LEONARDO DA VINCI - FACULTAD DE MINAS**

El Grupo Base UN ha logrado un acuerdo con el Aula Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas, a través de su directora Maria Isabel Castro y la coordinadora Liz Montoya, a fin de que sea este quien realice los talleres con las Instituciones Educativas del Programa de Conexión en sus dos fases. Esto representará un incremento en la cantidad de instituciones en proceso de conectarse en la red, además de una mejora en los aspectos logísticos y de seguimiento, ya que el Aula Taller tiene personal dedicado y remunerado para este tipo de labor.

El Aula tiene ahora talleres en electrónica, cohetes agua aire, fototropo, máquinas hidráulicas, motor eléctrico y la plancha eléctrica, que son realizados bien sea en el Aula de la Facultad de Minas o en las propias instituciones. Cuenta con un conjunto de talleristas, conformado por estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional, los cuales reciben un pago por sus asesorías; y su sistema de gestión de horarios, actividades, talleristas y autoevaluación está montado en su página Web en Internet, lo que facilita bastante la comunicación.

El Grupo de Creatividad e Innovación Leonardo da Vinci surge en el año 1999 como respuesta a las inquietudes planteadas por docentes y estudiantes universitarios sobre los procesos de acercamiento a la ciencia y la tecnología, pues pese al interés y dedicación, ellos tenían una formación deficiente en aspectos tecnológicos que involucraban la construcción y el estudio de instrumentos y sistemas propios de su quehacer. En el año 2004 el Grupo decide ampliar el enfoque del proyecto, ya que las falencias evidenciadas son profundas en los estudiantes de la educación básica. Por lo tanto se plantea un proyecto de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (ASCT) que se continúa desarrollando hasta la fecha. Algunas de las estrategias de ejecución son: Talleres sobre cómo funcionan los artefactos que comúnmente conocemos, concursos tales como el de cohetes agua/aire, desarrollo de proyectos de investigación que le permitan a los estudiantes aplicar conocimientos adquiridos en su vida académica, entre otras actividades. Estas actividades se llevan a cabo mediante una metodología desarrollada por el Grupo Leonardo da Vinci, la cual se basa en ambientes de aulas taller, donde lo importante es que las personas involucradas en la actividad aprendan haciendo e interactuando con los artefactos que se están trabajando. (Tomado de <http://www.grupoleonardodavinci.com> 10 de mayo de 2010)

El funcionamiento del aula depende de los convenios y proyectos que suscriba con instituciones como la administración municipal o alguna fundación privada. Particularmente, el apoyo al Programa de Conexión de la RedOTA se hará dentro de un convenio con la Alcaldía de Medellín, que busca la capacitación de docentes y estudiantes. Esto implica que el área en que pueda actuar son las I.E. públicas del municipio de Medellín, mientras el Grupo Base UN debe seguir atendiendo las instituciones privadas que quieran participar de la red.

Además de la cooperación del Aula Taller, como institución, con la RedOTA, sucede que algunos de los talleristas que se involucraron con el Programa de Conexión este semestre han demostrado su interés en ser observadores del tiempo atmosférico ellos mismos, lo que enriquecería su experiencia en los talleres con los colegios. Esto es algo que será alentado por el grupo base, realizando la capacitación de estas personas.

#### **4.5 ESCUELA DEL MAESTRO**

La Escuela del Maestro es el sitio donde se buscaron los docentes para proponerles la participación en la RedOTA y lugar de encuentro ocasional de los mismos. Esto corresponde a la iniciativa personal de los profesores Carlos Julio Ramírez y Miguel Monsalve más que a una acción institucional de La Escuela.

#### **4.6 TALLERISTAS**

Actualmente el grupo de talleristas tiene seis estudiantes que trabajan con el aula da Vinci y cuatro voluntarios que no hacen parte del Aula Taller. Estos últimos no reciben remuneración monetaria por su trabajo.

**Tabla 20. Listado de talleristas de la RedOTA en el primer semestre de 2010.**

Nombre	Carrera	Está con el Aula Taller
Santiago Cataño	Ing. Civil	No
José Rafael Sánchez	Ing. Agronómica	No
Walter Jaramillo	Ing. Agronómica	No
Jorge Alfredo Cogollo Soto	Ing. de Control	No
Santiago Giraldo	Ing. de Control	Si
Ana Cristina Restrepo Montoya	Ing. Química	Si
Doris Rocio Pérez	Ing. Química	Si
Cintia Alfaro Picón	Ing. de Petróleos	Si
Jaime Escudero	Ing. Civil	Si
José Alberto Ruiz	Ing. Civil	Si

Los tres primeros talleristas de la tabla son las personas con las que empezó la RedOTA y siguieron el proceso de capacitación de Octubre noviembre de 2009. Los restantes resultaron de la segunda convocatoria de talleristas que se hizo en Marzo de 2010.

La experiencia de aprendizaje mutuo entre talleristas y grupos semilla ha sido enriquecedora para ambos. A pesar de pertenecer a diversas carreras de ingeniería, el tema meteorológico y climático les resulta interesante y la posibilidad de interactuar con la comunidad sobre esto los motiva positivamente.

De los talleristas voluntarios hay que destacar a José Rafael y Walter, quienes han tenido experiencias previas de talleres con niños en otros programas y quienes además tienen una importante inclinación hacia los problemas ambientales, en parte por su carrera que combina biología, sociología e ingeniería. Además, para ellos, como agrónomos, la información meteorológica es siempre necesaria. Los talleristas que trabajan con el Aula Leonardo da Vinci no tienen grandes conocimientos de meteorología y su capacidad de abordar los problemas ambientales es apenas incipiente, pero su disposición a abordar estos temas es buena.

Este grupo tiene que ser cultivado de forma que adquiera una alta habilidad de observación y comunicación para que se potencie su capacidad de enseñar con su ejemplo, más allá del solo discurso técnico ambiental.

#### **4.7 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE UNIVERSIDADES**

El interés de diversos grupos de investigación de universidades de la ciudad en la meteorología del Valle de Aburrá, la emisión y dispersión de contaminantes, la educación

ambiental y la prevención de desastres, permite que para estos la RedOTA pueda resultar una forma para obtener información de campo, a la vez que de difundir los propósitos de sus actividades y de interactuar con personas e instituciones sobre el entorno atmosférico y los recursos naturales.

Hasta el momento el único grupo involucrado con la RedOTA ha sido el Grupo CÍCLICO de la Universidad Nacional al que pertenecen los profesores José Fernando Jiménez, Andrés Ochoa y Germán Poveda. Pero la propuesta se ha mostrado a personas en el grupo GIA de la Universidad Pontificia Bolivariana, al Politécnico Jaime Isaza Cadavid, a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y al grupo GIGA de la Universidad de Antioquia.

Un grupo de investigación podría conectarse a la red de varias formas: 1) Podría hacer la difusión de alguno de sus proyectos y proponer a los demás actores que participen en campañas o jornadas para recolectar información con el compromiso de retroalimentar a los actores de la red con los análisis de la información. 2) Podría hacer diseño de instrumentos de medición y ponerlos a prueba entre los actores de la red. 3) Podría hacer propuestas de enfoques pedagógicos y aplicarlos en las instituciones educativas o en otros grupos sociales. 4) Podría ofrecer conferencias, crear material didáctico sobre su tema de investigación, y hasta proponer experimentos sociales sobre la percepción los problemas ambientales.

#### **4.8 GRUPOS SOCIALES**

Los grupos sociales que se relacionan con el aire como recurso natural y que se dispongan a realizar o promover una observación metódica y compartida del clima, el tiempo atmosférico o la meteorología del Valle de Aburrá pueden también conectarse a la RedOTA; además que desde sus perspectivas lúdica, técnica o ambiental hacia el aire ayudan a completar la diversidad cultural frente al recurso.

Hasta el momento no se han tenido contactos en este sentido pero se ha pensado en algunos grupos que con seguridad ya realizan observación de algunos componentes meteorológicos que podrían compartir. Algunos ejemplos son: 1) Los deportistas del parapentismo o de la elevación de cometas. 2) Los aficionados, estudiosos o profesionales de la aviación. 3) Los grupos de caminantes que podrían documentar la variación del clima en sus recorridos y aportar información que serviría para conocer el clima de regiones próximas al Valle de Aburrá. 4) Los grupos de ornitología. 5) Los grupos de acción ambiental frente a la contaminación y el cambio climático. 6) Personas de grupos de reacción civil a desastres como bomberos y voluntarios del Simpad. 7) Asociaciones de agricultores del entorno cercano del Valle de Aburrá.

Sería interesante lograr que personas de algunos de estos grupos se conectaran con estudiantes en los colegios a quienes pueden visibilizar el aire en formas que no conocen y también con grupos de investigación que requieren formas novedosas y de bajo costo para recopilar información. En general es deseable el panorama ambiental que se formaría de la interacción de todas estas personas, grupos o instituciones, que se benefician de un recurso natural común y que estarían interesadas en su mejoramiento.

## **4.9 SIATA Y PARQUE EXPLORA**

En el año 2009 se hizo una propuesta al SIATA, entonces dirigido por el ingeniero Marco Gamboa, para un proyecto de integración de las plataformas Web, provisión de algunos instrumentos electrónicos y la realización de la componente educativa en las instituciones donde el SIATA tiene pluviómetros. En ese momento no se tenía una plataforma Web operativa, el Programa de Conexión no estaba claramente formulado y finalmente el proyecto no fue aprobado.

El SIATA sigue siendo de todos modos un potencial actor de RedOTA ya que es un generador de información meteorológica diaria, y tiene además interés en difundir la capacidad de interpretación y reacción frente a dicha información, tarea que tendría en los nodos educativos de la RedOTA unos actores dispuestos y preparados.

En febrero de 2010 se tuvo contacto con Elizabeth Montoya, Coordinadora Académica Feria Explora. En esta reunión se planteó que el grupo base de la RedOTA podría apoyar académicamente proyectos de investigación sobre meteorología, que participan de la Feria Explora; y que el Parque podría ayudar a la difusión de la RedOTA entre su red de docentes amigos. No se llegó a mayores compromisos.

Lo que resulta de dicha reunión es que ya conocemos que se puede proponer a algunas instituciones educativas que enfoquen la observación climática como un proyecto para la Feria Explora, el cual se puede nutrir de una información generada mediante la RedOTA.

## **4.10 INSTRUMENTOS MANUALES**

La propuesta de medición manual es muy importante para la RedOTA pues corresponde al imperativo de visibilizar el aire a través de la interacción directa con él en la cotidianidad como base para pensar y problematizar en comunidad sobre el mismo. Los instrumentos artesanales utilizados son analógicos, manuales, de bajo costo y preferiblemente contruidos por los propios estudiantes con los materiales a que tienen fácil acceso, siguiendo los principios del enfoque convivencial. De todos modos, en la propuesta de medición manual deben considerarse algunos aspectos que permitan hacerla lo más eficaz y sencilla posible, al dedicarse a medir las variables que sean a la vez más representativas y accesibles a todos los actores de la RedOTA.

Hay variables de la meteorología que deben medirse completamente a la intemperie mientras que hay otras se miden dentro de la garita meteorológica. Las que se miden dentro de la garita son: la humedad relativa, la temperatura y la presión atmosférica y con estas no hay mayores complicaciones, excepto el evitar la presencia de fuentes de humedad o fuentes de calor y radiación directa. Las que se tienen que medir por fuera de la garita son: el viento (dirección y magnitud), el espectro de radiación y la lluvia. Esto supone el diseño de resistencia a las condiciones de la intemperie, el cual implica requerimientos especiales en cuanto a materiales y calidad de la construcción.

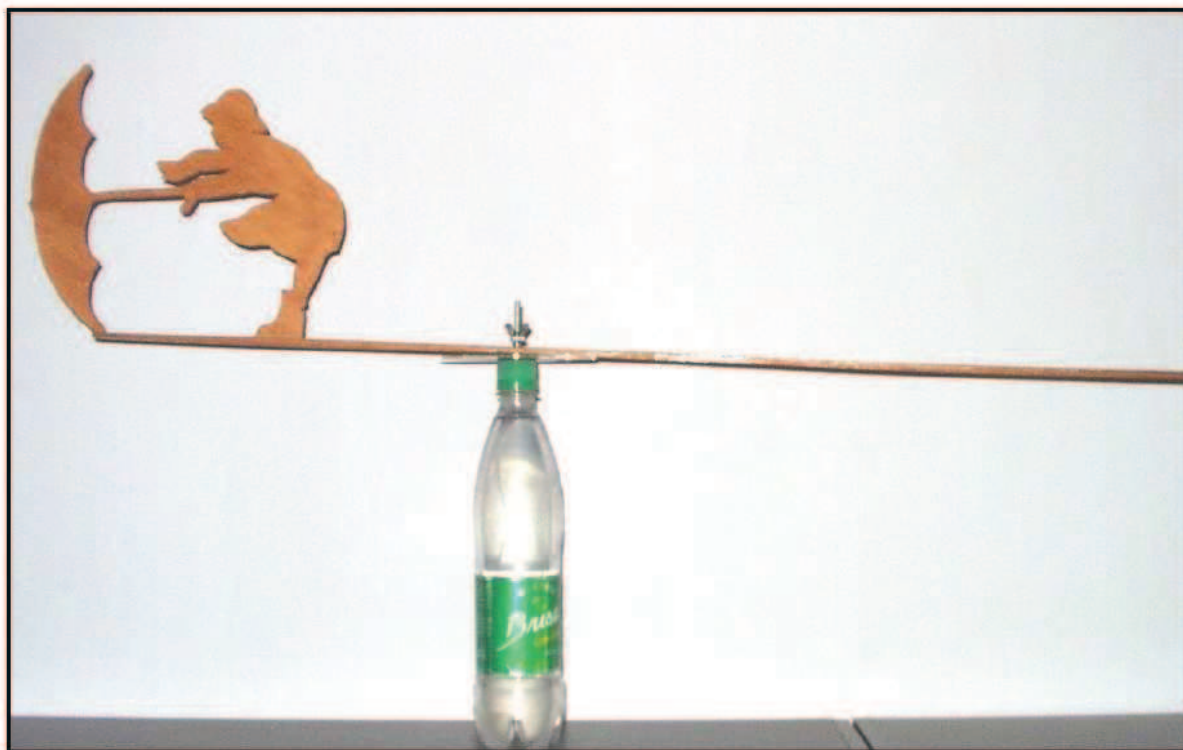
Por otra parte están los requerimientos acerca de los elementos de altura cercanos, como edificios o árboles, que son diferentes para cada variable. Cuando se trata de medir el viento hay que salirse de la zona de influencia de la rugosidad superficial, y esto significa

construcciones de una altura a veces imposible de cumplir (Grimmond, 2006). En el caso de la lluvia, el instrumento debe estar por fuera de los techos en un ángulo de 90° de forma que no impida la captación de una precipitación diagonal (WMO, 2008).



**Imagen 9. Capa de rugosidad en la microescala meteorológica y flujo típico alrededor de un edificio (WMO, 2008)**

De lo anterior se desprende que la correcta medición del viento en condiciones que sean representativas está generalmente por fuera del alcance de los recursos de muchos de los actores de la RedOTA. Esto no significa que se puedan dejar de explicar los principios de funcionamiento de los anemómetros y veletas, pero sí que se identificarán sus limitaciones y requerimientos para funcionar adecuadamente. Los instrumentos relacionados con el viento serán de un carácter más indicativo que de medición como por ejemplo las veletas, cometas o catavientos.



**Imagen 10. Veleta construida por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento).**

En cuanto al pluviómetro, cuya construcción se hace satisfactoriamente a partir de alguna botella de plástico reutilizada, es necesario difundir información y capacitar a las personas para que puedan realizar un buen montaje, de forma que capten bien la lluvia y se facilite la lectura. Para esto, el Grupo Base UN ha diseñado y construido un pluviómetro izable muy fácil de replicar por parte de cualquier actor de la red.

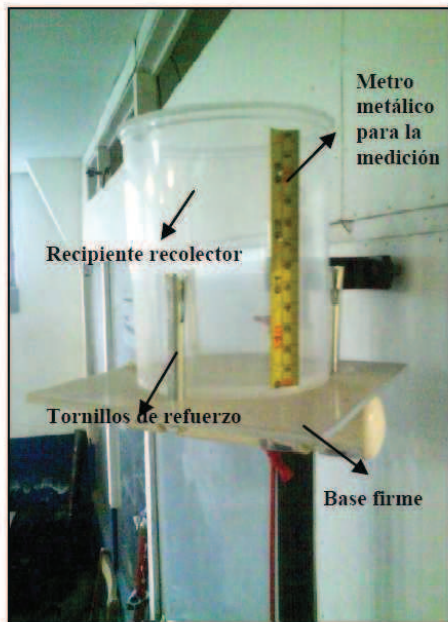


Imagen 11. Pluviómetro izable construido por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento).

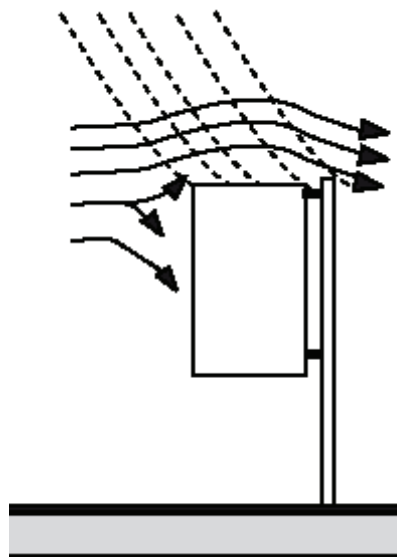
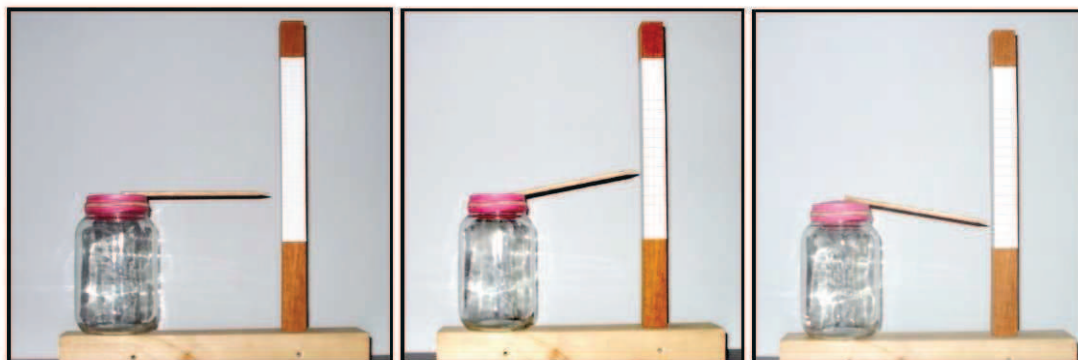


Imagen 12. Montaje de un pluviómetro (WMO, 2008)

La presión atmosférica es otra variable importante. Para su medición se podría construir un barómetro de mercurio, pero este elemento es muy peligroso para la salud y no se

recomienda su manejo por estudiantes en los colegios. En cambio está la posibilidad de construir el baroscopio, que es un instrumento con el que no se obtienen valores absolutos de la presión atmosférica sino la tendencia de ésta, la llamada marea atmosférica que introduce la presencia de una variación diurna poco evidente. La posibilidad de la compra de un barómetro de carátula se limita por su precio poco accesible.



**Imagen 13. Baroscopio construido por el Grupo Base UN (tomado de la guía para el taller de construcción del instrumento).**

Los termómetros son los instrumentos más fáciles de conseguir a precios bajos, aún los de máxima y mínima, digitales o análogos. Cuando los termómetros se utilizan para medir la humedad relativa, el termómetro de bulbo húmedo debe tener acoplado un pequeño ventilador para evitar la formación de un vaho permanente en torno al bulbo que falsee la medición. Esto se puede hacer con un pequeño extractor de aire eléctrico.



**Imagen 14. Termómetros de bulbo seco y húmedo para determinar la humedad relativa.**

La cobertura del cielo requiere sólo del reconocimiento de los tipos de nubes; su forma de registro está a disposición de cualquier actor de la red. La difusión de esto es algo que da pie a muchas actividades lúdicas, como juegos, concursos de fotografía, pintura o relatos.

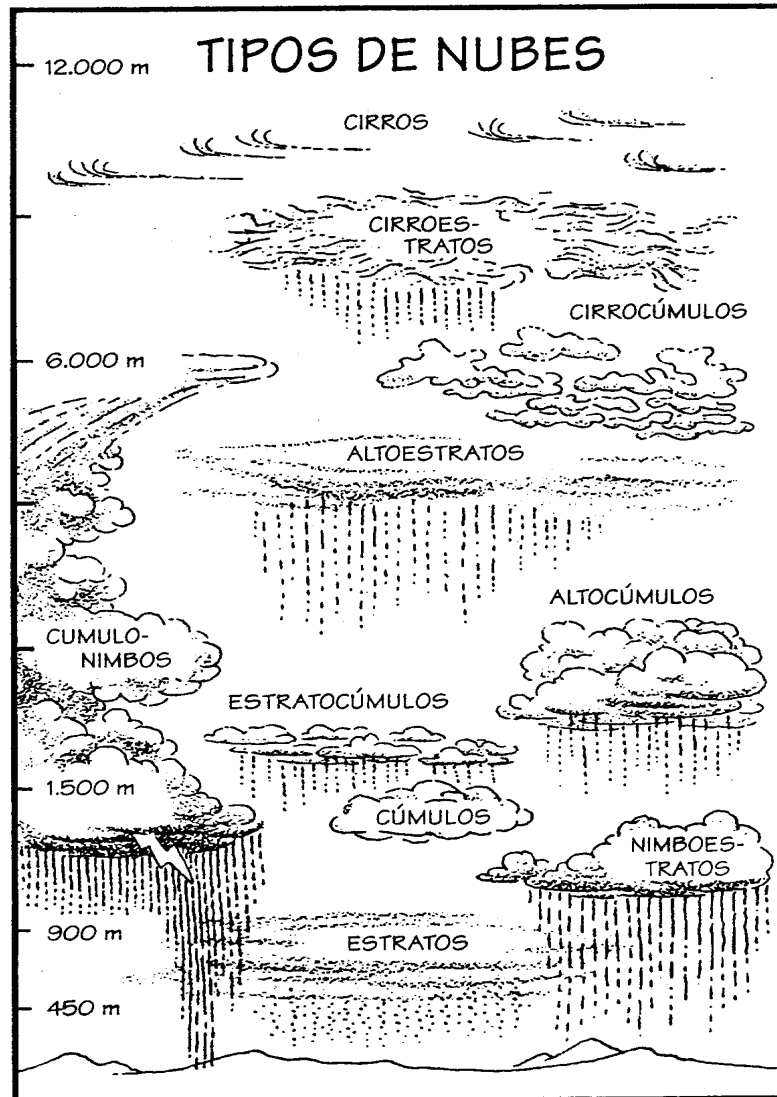


Imagen 15. Guía pictórica para la clasificación de las nubes.

En resumen, se tiene que las principales variables que se pueden medir en las estaciones artesanales son: temperatura máxima y mínima, temperatura de bulbo seco y húmedo (con lo que se calcula la humedad relativa) pluviosidad y cobertura del cielo. Para el viento y la presión atmosférica se hacen observaciones cualitativas pero no por ello menos importantes en el Programa de Conexión.

#### 4.11 ESTACIONES AUTOMÁTICAS

Las estaciones automáticas responden a una estrategia para establecer un flujo mínimo de información meteorológica de calidad y con suficiente cobertura temporal. Actualmente están enlazadas a la plataforma Web de la red dos estaciones: una, propiedad de REDAIRE, en el bloque M3 de la Facultad de Minas – Universidad Nacional de Colombia y otra, del grupo CICLICO, en el bloque M2 de la misma facultad. Está en proceso

conectar otra estación en la Universidad Nacional: en el bloque 19 de la Facultad de Agronomía, también del grupo CICLICO.

En el Colegio Colombo Francés, en el municipio de La Estrella, hay una estación meteorológica automática con la que ya se han hecho pruebas de conexión exitosas. La Institución Educativa Miguel Valencia en Jardín también tiene una estación automática marca Davis que se espera poder conectar próximamente. La Escuela de Ingeniería de Antioquia en su sede de Las Palmas tiene otra estación Davis y ha manifestado su disposición de compartir la información.

El profesor Andrés Ochoa ha sido la persona que ha estado exclusivamente a cargo de esta tarea, como un aporte más del Grupo CICLICO a la RedOTA.

#### **4.12 PROPIEDADES SISTÉMICAS ALCANZADAS Y POR ALCANZAR**

Se ha alcanzado una buena conexión entre el Grupo Base UN, algunos talleristas voluntarios, el Aula Leonardo da Vinci y algunas de las instituciones educativas que participaron en el Programa de Conexión en el primer semestre de 2010. En ocasiones se han excedido las expectativas y se ha manifestado la iniciativa por nuevas formas de interacción entre los actores.

El Grupo Base UN ha hecho varias cosas importantes: ha logrado reconocer los pasos sucesivos en el proceso de conformación de la RedOTA, como han sido el proyecto de Observadores del Tiempo Atmosférico del Aula Galileo Galilei, los talleres de La Escuela del Maestro y el proyecto de Red Piloto; ha recopilado bastante información acerca de actores involucrados con la observación del tiempo atmosférico; ha contactado actores, por ahora principalmente de la educación básica, pero también algunas universidades y oficinas municipales.

Los talleristas han aportado nuevas formas para expresar la curiosidad por el entorno atmosférico, las cuales se han incluido en los talleres del programa de conexión, y han ayudado a despertar el interés en los estudiantes en las instituciones educativas.

El aporte del Aula Taller del Aula Leonardo da Vinci ha ido en aumento, constituyéndose cada vez más en un aliado clave para el Grupo Base UN, con un claro enfoque de sus posibilidades de ampliar las actividades al área ambiental de una manera didáctica y convivencial.

Las instituciones han sido en general receptivas a la propuesta, pero más importante aún es que algunas hayan pasado a proponer iniciativas: El Colombo Francés, que está compartiendo su boletín de Comunicación Interna con la síntesis de la información meteorológica que allí registran, la I.E; La Candelaria, que ha visitado a otro observador del tiempo atmosférico como es el CEFA; la I.E. Sol de Oriente, que ha formulado un proyecto de investigación sobre meteorología a nivel de educación básica secundaria, muestran como surgen interacciones nuevas desde diferentes actores que enriquecen la RedOTA.

Todas estas interacciones tienen necesidad y posibilidades de mejorarse para el beneficio del sistema y de esto pueden aprender otros actores de la RedOTA.

Los talleristas son literalmente los mensajeros de la meteorología hacia los estudiantes de los colegios y los grupos semilla. La capacidad de estos de transmitir curiosidad hacia los estudiantes, y de retroalimentar la red debe ser constantemente potenciada por medio de diversas estrategias: 1) Hay que acercarlos a la información sobre la observación del tiempo atmosférico y los fenómenos del clima: Cuando un tallerista va a un colegio debe saber en qué parte de los ciclos solar y lunar estamos, qué clima está haciendo y qué fenómenos importantes están ocurriendo con El Niño o La Niña. 2) Hay que promover en ellos la comprensión ambiental de los problemas asociados con el ciclo hidrológico y el clima, el cambio climático y la contaminación atmosférica. 3) Hay que involucrarlos en la programación y diseño del Programa de Conexión, promoviendo la retroalimentación del mismo.

Hay que lograr que los docentes incorporen en su labor cotidiana los temas relacionados con el tiempo atmosférico y el clima. Una primera vía es buscar la elaboración de una cartelera del clima, la cual puede ser actualizada por los estudiantes. Los docentes deben impulsar en los estudiantes la actitud de ser constructores de su propia visión de su entorno y no solo usuarios o compradores.

Un reconocimiento mutuo entre el Grupo Base UN y La Escuela del Maestro permitiría que los docentes que asisten a los talleres de la Escuela, que quieran conectarse a la RedOTA sean, efectivamente direccionados y dirigidos a los talleres del profesor Carlos Julio Ramírez o del Aula Leonardo da Vinci.

Las estaciones automáticas deben generar posibilidades de sinergia al extender entre todos los actores de la Red el conocimiento necesario para comprender su funcionamiento e interpretación. Una idea conveniente es dar a conocer a todos los talleristas las estaciones que están montadas en la Universidad Nacional, de forma que en ocasiones ellos puedan dirigir visitas de grupos de estudiantes, para mostrarles como funcionan, para qué sirven, qué miden y cómo se interpreta esta información. Su número se debe incrementar de forma que sirva de herramienta para la interacción con otros actores de tipo técnico-científico, pero debe tenerse la precaución de incentivar siempre la medición manual como herramienta convivencial y educativa.

La plataforma Web tiene que ser generadora de sinergia para todos los actores de la Red. Debe servir como sitio de acceso a la presentación de la RedOTA, con los principios que la rigen, los actores que la componen y la forma de hacer parte de ella. A los grupos semilla y a los docentes les debe resultar atractiva y fácil de usar, con espacios que puedan ser personalizados para cada institución y formas efectivas para hacer preguntas y propuestas. Con las mediciones automáticas y manuales se deben poder hacer comparaciones y pronósticos. La información de la calidad de aire en el Valle de Aburrá debe tener cabida para una difusión e interpretación a través de la Red. En este sentido podría buscarse una alianza con Redaire de forma que nos compartan un boletín donde se ubiquen las instituciones de la Red.

Esta primera etapa de la RedOTA se puede caracterizar como una etapa de exploración y reconocimiento, donde se empieza a producir una acumulación de energía emocional y social que se espera producirá un cambio en el nivel de organización del sistema de actores. Hasta ahora el principal factor generador ha sido la iniciativa y liderazgo del Grupo Base UN pero para lograr las propiedades sistémicas que desea la RedOTA se requiere de una gran diversidad de nodos con amplia iniciativa, integrados en la

comunidad de recursos, información y sentido. La naturaleza de Grupo Base UN, basado en un grupo de investigación sobre el clima, de una escuela de ciencias de la tierra, de una universidad pública, le confieren mas grados de libertad y también mayores posibilidades de iniciativa que los que tienen algunos de los actores involucrados hasta el momento, lo hace que sea un centralizador de facto. Esto debe ser equilibrado por la incorporación de nuevos actores dinamizadores, que tengan libertad para multiplicar las interacciones y estimulen el sistema RedOTA con nuevas visiones sociales, científicas y ambientales.

## **5 PROSPECCIÓN ESTRATEGICA DE LA RedOTA**

### **5.1 PREPARACIÓN DE UN TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA**

La prospección estratégica comienza con el análisis integral de las condiciones actuales de la RedOTA y de las características propias de su entorno, asuntos que fueron tratados en los capítulos anteriores. Aquí se entiende por estrategias aquellos elementos directrices de la Red, que se definen con vistas a lograr unos propósitos de mediano y largo plazo. Los planes de acción que apuntan al cumplimiento de uno o varios objetivos estratégicos están en el campo de las tácticas. Para decirlo en pocas palabras: la estrategia es lo que se piensa hacer; mientras las tácticas son lo que se hace en función de un conjunto previamente definido de estrategias. La prospección estratégica define unas hipótesis organizacionales que se espera potencien la dinámica operativa de la RedOTA y en una etapa posterior se definen las áreas de desarrollo a seguir y los planes a ejecutar.

Basados en los cuatro principios éticos y operativos de la RedOTA, y en la información histórica que se tiene de la red, se programó un taller de prospección estratégica con la participación de algunas personas identificadas por su conocimiento de la Red o porque podrían constituirse en un futuro en actores dinamizadores de la misma. La metodología de prospección seleccionada fue la matriz DOFA debido a que permitía realizar ágilmente un taller abierto con personas que no eran todos propiamente actores de la Red y atender los aspectos más importantes tanto de la Red como de su entorno.

Con el propósito de agilizar la definición de estrategias en este elaboró una tabla preliminar con las variables internas (F y D) y del entorno de la Red (O y A); el resultado se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 21. Matriz DOFA de la RedOTA propuesta para el taller de planeación estratégica.

FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque híbrido: educación ambiental, ciencia atmosférica y red sociocultural</li> <li>• Algunos nodos con gran experiencia e interés en participar activamente (Colombo Francés, CEFA, Miguel Valencia)</li> <li>• Propuesta única en su naturaleza en el Valle de Aburrá. Alternativa para la producción social y responsable de información sobre el tiempo atmosférico.</li> <li>• Capacidad para generar ideas y propuestas innovadoras.</li> <li>• Apertura y flexibilidad.</li> <li>• Apoyo logístico del nodo Universidad Nacional (estudiantes de pregrado para los talleres, alianza con el Aula Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultades logísticas y de comunicación entre los nodos, que afectan la coordinación de actividades conjuntas.</li> <li>• Poca sensibilidad y atención hacia los problemas ambientales más locales de los posibles actores.</li> <li>• Cierta tendencia a enfatizar en la producción de información.</li> <li>• Poca disponibilidad de las personas para la retroalimentación a través de la Red.</li> <li>• Escasez de recursos mínimos para extender la red y mantener los programas de divulgación y capacitación.</li> <li>• Predominan los nodos de las Instituciones de Educación Básica. Por diferentes razones y circunstancias, la mayor parte de los grupos base que conforman estos nodos tienden a la dispersión.</li> </ul>
OPORTUNIDADES (O)	AMENAZAS (A)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés social amplio por los temas del cambio climático y la contaminación del aire.</li> <li>• Posibilidad de hacer alianzas con instituciones tecnológicas, educativas, comunitarias y ambientales.</li> <li>• Posibilidad de coordinar campañas conjuntas de medición meteorológica o de capacitación en gestión del riesgo.</li> <li>• Alternativa para generar información meteorológica distribuida sobre el territorio, de buena calidad y con acceso libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinterés social, político y/o administrativo por la iniciativa.</li> <li>• Sentimientos de impotencia e indiferencia social e institucional en los colegios.</li> <li>• Predominio de enfoques técnicos que pongan en duda la posibilidad de generar información de buena calidad a través de la red.</li> <li>• Aislamiento de la propuesta por falta de divulgación o por escasez de recursos.</li> </ul>

El taller se realizó el día 17 de Junio de 2010 en el Aula Taller Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas. Con la invitación se envió por correo electrónico un documento para ser leído que incluía la exposición de los propósitos y principios éticos de la RedOTA, la metodología del análisis DOFA y la matriz DOFA preliminar.

El orden de las actividades propuesto para ese día fue el siguiente:

1. Presentación de los asistentes (5 min).
2. Presentación de la RedOTA. (5min).
3. Presentación de las entradas en la matriz DOFA propuesta. Comentarios por parte de los asistentes (10min).
4. Análisis y definición grupal de algunas acciones estratégicas (60min).
5. Conclusión (10min).

Y las personas invitadas al taller fueron:

1. Virginia Castaño: Profesora del Colegio Colombo Francés; pionero en educación ambiental en el Valle de Aburrá y en la observación meteorológica como forma de aprendizaje sobre el medio.
2. Miguel Monsalve: Profesor de la Escuela del Maestro, profesor jubilado de la Universidad Nacional, iniciador y promotor de los talleres de aprendizaje, y asesor del Colegio Colombo Francés en observación astronómica y meteorológica.
3. Carlos Julio Ramírez: Profesor de la Escuela del Maestro, profesor jubilado de la Universidad Nacional, iniciador y promotor de los talleres de aprendizaje en meteorología.
4. Carlos Andrés Ríos Uribe: Profesor Facultad de Educación - Universidad de Antioquia, con tesis de Maestría en Procesos de Inversión Térmica del Valle de Aburrá en 2001 y doctorado en Ciencias Ambientales de Oregon State University 2009.
5. Julio Cañón: Profesor de la Facultad de Ingeniería - Universidad de Antioquia, especialista en hidrometeorología y climatología.
6. Libardo Antonio Londoño Ciro: Profesor Politécnico Jaime Isaza Cadavid, especialista en geoestadística.
7. Juan David Pérez: Profesor Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Ingeniero Civil, Master en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos.
8. Maria Victoria Toro: Coordinadora del Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA) de la Universidad Pontificia Bolivariana; que hace parte del convenio REDAIRE del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
9. Rubén Montoya: Profesor de la Universidad de Medellín, Ingeniero Civil, Master en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Candidato a doctor con investigación sobre hidrometeorología.

10. Carmen Elena Zapata: Profesora de la Escuela de Geociencias de la Universidad Nacional y directora de REDAIRE.
11. Maria Isabel Castro y Liz Montoya: Directora y Coordinadora, respectivamente, del Aula Leonado da Vinci – Facultad de Minas.
12. David Pulgarín e Iván Darío Escobar: Estudiantes de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo con trabajo de tesis sobre la RedOTA.
13. José Fernando Jiménez y Andrés Ochoa: Profesores de la Escuela de Geociencias de la Universidad Nacional y miembros del grupo de investigación Centro para la Investigación del Clima de Colombia (CICLICO)

Los profesores Carlos Julio Ramírez y Andrés Ochoa presentaron sus excusas pues por motivos de último momento no pudieron participar del taller. De todos modos hicieron sus comentarios al documento de preparación del taller que se les remitió.

La profesora Carmen Elena Zapata no asistió por motivo de un viaje académico al exterior que tenía programado hacia meses y la profesora Maria Victoria Toro envió a Marcela Quiceno Rendón en representación del GIA - UPB.

Los profesores Rubén Montoya y Julio Cañón no asistieron probablemente porque se les avisó con corta anticipación.



**Imagen 16. Taller de prospección estratégica en el Aula Leonardo da Vinci, Facultad de Minas.**

## 5.2 COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES DEL TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA

Una vez realizada la presentación de los asistentes y la exposición de un breve recuento de la historia de la RedOTA desde el año 2001 hasta el presente, se procedió a revisar la matriz DOFA preliminar. Los asistentes hicieron las siguientes observaciones al respecto:

- El papel central que ha tenido la Universidad Nacional en la Red fue condición necesaria para el surgimiento de la misma pero en este momento es una debilidad porque se está rebasando su papel de gestor de la información.
- La plataforma Web parece hacer énfasis en lo técnico por encima de lo social y lo educativo. Esto constituye una debilidad pues por principio, la Red debe ser equitativa en estas tres dimensiones.
- Las actividades que se desarrollan en la Instituciones Educativas son bastante diversas y lograr incorporar la observación de la atmósfera a las prácticas cotidianas requiere de constancia. Que la Red sea vista como algo temporal o esporádico desde las Instituciones Educativas es una debilidad.
- REDAIRE en este momento está realizando una optimización y redistribución de sus estaciones de monitoreo. Una oportunidad sería plantear la posibilidad de que algunas estaciones se ubiquen en instituciones educativas. Las justificaciones pueden ser el propósito educativo y de participación de la comunidad, y las facilidades de vigilancia a los equipos que se puede tener en estos sitios.
- El politécnico Jaime Isaza Cadavid está participando en un proyecto de producción limpia con campesinos del Valle de San Nicolás. Ellos ciertamente están interesados y necesitados de la observación atmosférica para sus actividades. Presentarles la propuesta de la RedOTA sería una oportunidad de extenderse en el medio social.
- El Aula Leonardo da Vinci construye prototipos y modelos de aparatos donde se elucidan los conceptos de la física, la geometría y la matemática. Que puedan popularizar la construcción de instrumentos de observación meteorológica puede ser otra oportunidad de expansión de la Red. Además en algunos talleres se pueden promover concursos de diseño de instrumentos meteorológicos que serían verdaderos retos para los estudiantes de pregrado.
- Hay muchas personas conectadas a través de las redes sociales en Internet como “Facebook” y otras. Estar ahí es una oportunidad importante de difusión de la Red.
- Existe un movimiento ciudadano en el Valle de Aburra llamado “Respira Profundo”. Darse a conocer entre sus integrantes sería otra buena oportunidad para conectar personas de diferentes grupos sociales interesadas en la atmósfera del área metropolitana.

En consecuencia, la matriz DOFA original fue modificada con los aportes realizados en el taller, y se presenta a continuación.

Tabla 22. Matriz DOFA de la RedOTA elaborada en el taller de planeación estratégica.

FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque híbrido tridimensional: educación ambiental, ciencia atmosférica y red sociocultural</li> <li>• Algunos nodos educativos con gran experiencia e interés en participar activamente</li> <li>• Propuesta única en su naturaleza en el Valle de Aburrá</li> <li>• Capacidad para generar ideas y propuestas innovadoras</li> <li>• Apertura y flexibilidad.</li> <li>• Apoyo logístico del Aula Leonardo da Vinci de la Facultad de Minas con experiencia en realización de talleres y construcción de prototipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultades logísticas y de comunicación entre los nodos, que afectan la coordinación de actividades conjuntas.</li> <li>• Poca sensibilidad y atención hacia los problemas ambientales más locales. P.Ej: Prevención de desastres.</li> <li>• Cierta tendencia a enfatizar en la producción de información numérica y a menospreciar el registro manual.</li> <li>• Poca disponibilidad de las personas para la retroalimentación a través de la Red.</li> <li>• Dificultades para gestionar unos recursos mínimos para extender la red y mantener los programas de divulgación y capacitación.</li> <li>• Predominio de los nodos de las Instituciones de Educación Básica.</li> <li>• Dependencia del grupo base de la U. Nal.</li> <li>• Plataforma Web no refleja del todo el carácter tridimensional de la Red.</li> <li>• Posibilidades de disminuir en la constancia requerida con las I.E.</li> </ul>
OPORTUNIDADES (O)	AMENAZAS (A)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés social amplio por los temas del cambio climático y la contaminación del aire.</li> <li>• Necesidad social de generar información meteorológica distribuida sobre el territorio, de buena calidad y con acceso libre.</li> <li>• Proceso de optimización de estaciones meteorológicas de Redaire.</li> <li>• Proyecto campesino en Oriente cercano con interés en la información meteorológica.</li> <li>• Muchas personas están conectadas en redes sociales por Internet. Es un buen medio de difusión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indiferencia político y/o administrativo por la iniciativa.</li> <li>• Desconfianza hacia las redes débilmente estructuradas para generar información útil.</li> <li>• Posibilidades de aislamiento de la propuesta por falta de divulgación y escasez de recursos.</li> </ul>

Por otro lado, los participantes del taller plantearon algunas recomendaciones acerca de acciones que pueden emprenderse:

- Representar en la página de la RedOTA la existencia de otras redes de monitoreo, como REDAIRE, SIATA y algunas universidades, y ubicar sus estaciones.
- Mejorar la plataforma Web. Para esto es obligatorio conseguir el apoyo de otras universidades. Por ejemplo, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid cuenta con programas que tienen unidades de producción audiovisual y que podrían estar dispuestos a trabajar en la plataforma Web para que sea más interactiva y atractiva.
- Promover fuertemente el carácter tridimensional en cada nodo. Lo social, lo educativo y lo científico-técnico tiene que estar presentes en cada uno de los actores. Esto se encuentra planteado en los principios éticos de la Red, pero en esta nueva etapa de desarrollo, donde se espera que se conecten actores de otra naturaleza, hay que tener precauciones para que los niveles de especialización logren adecuada complementariedad hacia la integridad en la comprensión ambiental de los fenómenos.
- Lograr la conexión con otros actores como proyectos campesinos, movimientos sociales, deportistas e inclusive interesados por la aeronáutica.
- Lanzarse al terreno de las redes sociales por Internet.

Después del taller se hizo un análisis complementario, buscando dar atención a todas las entradas de la matriz DOFA, principalmente en cuanto a las debilidades encontradas. De este análisis surgen tres temas que son: la alianza con el Aula Leonardo da Vinci, la aproximación a los temas de prevención de desastres y la ampliación de las vías de retroalimentación comunicativa y operativa. En resumen:

- Se espera que las dificultades logísticas y de comunicación, que hasta el momento ha tenido el Programa de Conexión, disminuyan considerablemente con el apoyo del Aula Leonardo da Vinci en este aspecto. El Aula es una organización que funciona por proyectos y sus integrantes son remunerados por su actividad. Es necesario que la RedOTA plantee un proyecto conjunto con el Aula para buscar asegurar los recursos para la continuidad del Programa de Conexión.
- Una mejor aproximación a problemas ambientales más locales puede hacerse desde el análisis de riesgos para la prevención de desastres. En esto el SIATA debe ser un actor directo, lo cual no quiere decir que hay que esperarlo para empezar a incorporar la temática en el Programa de Conexión y la plataforma Web.
- Lo que consideramos como falta de disposición para la retroalimentación se constituye a la vez una en una falta de iniciativa de algunos actores y carencia de canales de comunicación efectivos. Para atender esto se pueden tomar varias medidas: 1) Diversificar las formas de comunicación. No confiar tanto en el correo-e o la página Web (al menos inicialmente). Buscar compromisos más personalizados, 2) Generar espacios de encuentro más sensibles y lúdicos:

reuniones de talleristas, encuentros de grupos semilla, visitas a otros nodos. 3) Promover y ejemplarizar las iniciativas que surjan por pequeñas que sean. Ej: Visita La Candelaria – CEFA, las invitaciones de Colombo Francés para visitarlos, la participación de cualquiera de los actores en eventos académicos, entre otras.

### **5.3 CONCLUSIONES DEL TALLER DE PROSPECCIÓN ESTRATÉGICA**

Después de apreciar la totalidad de la matriz DOFA construida y las propuestas de acción realizadas, se definieron cuatro directrices estratégicas, las cuales se detallan a continuación.

1. Promover el desarrollo de las dimensiones técnico - científica y social con nuevos actores de alta iniciativa y capacidad de gestión, sin descuidar lo iniciado con la dimensión educativa. El Grupo Base UN ha tenido un desarrollo importante en la dimensión educativa y las bases para continuar sus programas en el futuro deben consolidarse. Ahora es necesario que la RedOTA se conecte con otros actores técnicos y sociales además de las Instituciones Educativas.
2. Mejorar y ampliar las formas de comunicación multi-nodal para que se facilite la retroalimentación, se cualifique la cultura del manejo de la información y se refleje mejor el carácter tridimensional de la RedOTA.
3. Buscar que cada actor de la RedOTA actúe integralmente en las tres dimensiones: educativa, técnico – científica y social, haciendo y compartiendo observaciones atmosféricas, reflexionando colectivamente sobre las mismas y buscando a más personas a quienes les pueda interesar esta relación.
4. Definir alternativas para la gestión de recursos entre los que están: las alianzas operativas para desarrollar áreas específicas y la invitación de nuevos actores.

### **5.4 AREAS DE DESARROLLO**

Las directrices estratégicas acordadas se convierten en áreas que es necesario desarrollar. Estas áreas serán: 1) Nuevos actores, 2) Conectividad, 3) Integralidad.

#### **Nuevos actores**

Nuevos nodos de la red del ámbito de las universidades, los grupos sociales ambientalistas, las comunidades rurales cercanas y las instituciones públicas y privadas de algún modo interesadas en el tiempo atmosférico. Especialmente actores que tengan disposición a introducir nuevas dinámicas técnicas, sociales y educativas en la Red aportando iniciativa y compromiso de recursos.

#### **Conectividad**

Interacciones vía Web que reflejen el carácter tridimensional de los actores de la red y la gestión autónoma de la información por parte de cada uno de los nodos.

### **Integralidad**

Discusión de los problemas ambientales locales para generar flujos de información y participación hacia la reflexión y la acción ambiental.

A cada una de estas áreas corresponden planes de acción, compuestos de actividades concretas, para las que se gestionan algunos recursos. La retroalimentación del sistema tiene que permitir la evaluación de la eficacia de las tácticas emprendidas y la validez en el tiempo de las estrategias definidas.

## **5.5 PLANES DE ACCIÓN**

A continuación se presentan los planes de acción y las actividades específicas que comprende cada uno de ellos. Estos planes empezarán a ser ejecutados por el Grupo Base UN con el apoyo del Aula Taller pero, como se verá a continuación, una de las principales tareas es la incorporación de nuevos actores dinamizadores que asuman parte de las actividades de los planes.

### **5.5.1 PLAN DE DIVULGACIÓN**

Su propósito es dar a conocer la existencia de la RedOTA en el medio social, con su planteamiento ético, educativo, social y científico, como desarrollo de una estrategia para contactar nuevos actores y dinamizadores además de las instituciones educativas que están en el proceso del Programa de Conexión del Grupo Base UN. Las tareas que contiene son:

1. Participación en convocatorias para eventos sociales, técnicos o académicos de carácter ambiental o educativo.
2. Ofrecimiento del ciclo de talleres y conferencias a organizaciones sociales.
3. Presencia en las redes sociales en Internet.
4. Elaborar un afiche sobre el tiempo atmosférico para que sea distribuido entre instituciones educativas y otros grupos sociales, con información básica sobre la RedOTA y como hacer parte de ella.

### **5.5.2 PLAN DE DINAMIZADORES Y ALIANZAS OPERATIVAS**

Busca conectar a nuevos actores con potencial para incidir en la dinámica de crecimiento de la RedOTA, la cual se ha dado principalmente en el área de las instituciones educativas y a la vez consolidar el conocimiento adquirido en esta área. El Grupo Base UN ha tenido conversaciones con algunos posibles dinamizadores y ha establecido una alianza con el Aula Leonardo da Vinci para su Programa de Conexión. Las tareas que requiere este plan son:

1. Proposición de actividades en red a grupos de la Universidad de Antioquia (GIGA – Facultad de Educación), Politécnico Jaime Isaza Cadavid, Universidad Pontificia Bolivariana (Grupo GIA), REDAIRE y SIATA. La idea es que estos actores con potencial de dinamizadores hagan fluir información hacia y desde los enlaces que ha realizado el Grupo Base UN, pero, más importante aún, logren construir nuevos enlaces con otros actores. Algunas propuestas concretas son: 1) Que el grupo GIGA de la Universidad de Antioquia promueva, coordine, apoye y retroalimente la RedOTA con campañas de medición de ciertas variables meteorológicas. 2) Que un grupo de diseño Web del Politécnico cree un tutorial interactivo para enseñar a los nodos de la RedOTA cómo construir su propio portal para bajar o subir información y conectarse con otros nodos. 3) Que REDAIRE reciba la visita de grupos de estudiantes u otros actores para contarles qué y cómo hace su monitoreo tecnológico de la calidad del aire y que a su vez visite a los nodos para ayudarles a reconocer la contaminación atmosférica en su localidad. 4) Que el SIATA haga lo mismo pero con el tema de prevención de desastres.
2. Promoción de la iniciativa y aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los grupos educativos con más experiencia, por medio de la concertación de visitas e intercambios. En términos concretos esto es: Dentro de las actividades del Programa de Conexión del Grupo Base UN se incluirá una visita al CEFA y otra al Colombo Francés. Estas deben planearse con unos objetivos claros y unas tareas a realizar después de la visita. La experiencia del Miguel Valencia de Jardín se puede mostrar a través de la información que la profesora Mercedes Arrubla ha enviado al Grupo Base UN y acordando con ella, y los nodos activos, algunos encuentros cuando ella esté en la ciudad.
3. Supervisión de la ejecución del Programa de Conexión del Grupo Base UN que hará el Aula Leonardo da Vinci: La alianza operativa con el Aula ya está en funcionamiento y esto resolverá dificultades logísticas que tiene el Programa, pero el Grupo Base UN debe mantener el énfasis en aspectos como: la creación de una red tridimensional y su iniciativa en la formulación de contenidos. Esto implica que el Grupo debe buscar una amplia retroalimentación permanente por parte del Aula y las instituciones, para definir que tan efectivo está siendo el programa para hacer fluir información en la red y también procurar el apoyo de otros nodos dinamizadores.

### **5.5.3 PLAN DE FLUJO DE INFORMACIÓN EN RED**

Su propósito es promover una mayor autonomía de los nodos para compartir información vía Internet.

Hasta ahora el Grupo Base UN ha propuesto para la RedOTA en Internet una página Web con un solo administrador al cual los nodos deben enviar la información para que sea cargada en la página. Esto resulta contradiciendo los principios operativos de la red pues la centralización restringe la iniciativa de los nodos a la vez que demanda demasiado esfuerzo de uno solo de los actores.

La alternativa para evitar esta centralización es la creación de una red entre las páginas Web de cada uno de los actores a través de vínculos entre ellas. De esta forma cada actor puede subir información, anunciar a los demás que está disponible, proponer actividades conjuntas, visitar sitios de otros observadores y hacerles comentarios. Mas, para no tener problemas por incompatibilidades entre las plataformas, y para que cada nodo esté vinculado a todos los demás, se deben definir una plataforma Web común, un protocolo para la creación del sitio Web de cada actor y realizar la difusión del procedimiento. La definición de esto es la principal tarea de este plan.

La página Web que ha creado el Grupo Base UN puede servir como precursora ya que está montada en una plataforma de libre acceso, como es Google Sites, es de fácil programación, y permite subir todo tipo de información: fotos, videos y textos. Además es compatible con el protocolo de comunicación de las estaciones Davis, lo que permite que los actores que tienen estaciones automáticas suban la información. Pero debido a que el Grupo Base UN no tiene la capacidad logística suficiente con plataformas Web se requiere de una alianza operativa con algún grupo de diseñadores de páginas Web que elaboren el protocolo y apoyen la difusión de mismo entre los nodos. Este puede ser el grupo del Politécnico Jaime Isaza Cadavid que se mencionó en el plan de alianzas expuesto.

#### **5.5.4 PLAN DE DISCUSIONES AMBIENTALES**

Este plan busca que las problemáticas ambientales sean abordadas y compartidas entre los actores de la red, partiendo del principio ético de que la información meteorológica en el sentido amplio de la RedOTA incluye, además de las variables medibles, la información sobre las formas como nos relacionamos con el entorno y la comprensión de las interacciones mutuas. El Programa de Conexión del Grupo Base UN comienza con una primera parte de sensibilización acerca del ciclo hidrológico con la sociedad dentro de él, pero es necesario pensar en una forma más permanente de hacer reflexión y acción ambiental en la RedOTA. Para estos se plantean las siguientes tareas:

1. Conexión con actores pertenecientes a grupos ambientalistas que, aunque no estén haciendo permanente observación del tiempo atmosférico, puedan alimentar la RedOTA con propuestas de acción local en hacia la mejora ambiental en cuanto a la calidad del aire y el cambio climático global.
2. Construcción de un “Foro de Asuntos Ambientales” en la plataforma Web, y realización de talleres con los estudiantes para alimentarlo dentro del Programa de Conexión. Luego cada nodo actualizará la evolución de su reflexión y las acciones que ha tomado; y los otros actores podrán hacerle comentarios al respecto.
3. Solicitud a REDAIRE y SIATA para que preparen conferencias sobre sus respectivas actividades y para que se acerquen a las instituciones educativas en algunas visitas o talleres.

### 5.5.5 PLAN DE CUALIFICACIÓN DE LA MEDICIÓN

Su propósito es promover una cultura de medición y registro de las variables meteorológicas entre las instituciones educativas y en general en cualquier grupo social que tenga interés por el clima y este dispuesto a hacer registros. Este plan requiere de tareas de largo plazo, que progresen en pasos graduales, con constancia y también paciencia pues en nuestra cultura el hábito de registrar el clima no es común.

Las tareas que requiere este plan son:

1. Implementación y seguimiento a la segunda fase del Programa de Conexión del Grupo Base UN, el cual está enfocado en las variables de la dinámica atmosférica y su medición.
2. Instalación de una estación artesanal por parte del Grupo Base UN que sirva de modelo para las instituciones que vayan a talleres al Aula Taller.
3. Realización de talleres de construcción de instrumentos artesanales en el Aula Leonardo da Vinci como implementación de una estrategia para la popularización de las herramientas convivenciales de medición. Esto incluye las herramientas que sirven para visibilizar e interactuar individual o colectivamente con el aire, como son los catavientos, las veletas y las cometas.
4. Apoyo a la autogestión de instrumentos por medio de la detección de las carencias y el estudio de la oferta para su consecución. Se trata, primero, de crear una base de datos con los instrumentos que posee cada institución y su estado. Luego se priorizan los instrumentos faltantes según la importancia de las variables y las capacidades de medición que tiene cada institución. Los instrumentos que puedan ser construidos (garita, pluviómetro, baroscopio, veleta) serán elaborados en talleres que incluyan el montaje del instrumento en un sitio adecuado. Los que solo pueden ser comprados (termómetro, higrómetro, anemómetro) serán cotizados para que cada institución lo adquiera según sus posibilidades.
5. Realización de campañas de monitoreo piloto de algunas variables meteorológicas. El Grupo Base UN o algún nuevo actor dinamizador de la RedOTA debe proponer la realización de mediciones simultáneas en las instituciones a modo ejercicio para la capacidad de medición. Esto puede llegar a ser una tarea que comience desde la vinculación de cualquier actor a la RedOTA. Algo así como “acá medimos la temperatura todos los viernes a las 12M y la lluvia cada semana”
6. Lograr la conexión de nuevas estaciones automáticas compartiendo información con la Red. Las estaciones que están más próximas para conectarse son la del grupo CICLICO en el Bloque 19 del Núcleo de Agronomía, la de la sede de Las Palmas de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y posiblemente la de la Institución Educativa Miguel Valencia de Jardín.

### 5.5.6 PLAN DE PLURALIDAD DE LAS SINERGIAS

Este plan busca que los actores de la red encuentren nuevas formas de conectarse además de las ya propuestas. Para esto se requiere propiciar contactos personales más emotivos y abiertos en reuniones ocasionales de actores.

Debe realizarse periódicamente un encuentro de carácter metropolitano o regional con el máximo posible de actores donde se intercambien iniciativas, propuestas y contactos, buscando la integridad de todas las dimensiones y la valoración de la diversidad generacional, disciplinaria y geográfica que participa de la RedOTA.

### 5.6 INDICADORES CRÍTICOS DE DESEMPEÑO

Este conjunto de indicadores sigue las directrices definidas en la prospección estratégica: nuevos actores, conectividad e integralidad con un carácter global, apuntando a sondear la totalidad del sistema. El propósito es evaluar y retroalimentar el sistema en términos de: el vigor, la autonomía, el crecimiento y la calidad de las interacciones entre los nodos y poder detectar los cambios en las etapas de desarrollo de la red.

Se considera que, en este momento, la RedOTA se encuentra en una etapa de formación en la que se han empezado a implementar herramientas educativas, técnicas y de comunicación efectivas pero basadas en un solo nodo dinamizador, el Grupo Base UN, con restricciones en la gestión de recursos y centralización de los flujos de información. Se ha generado conocimiento sobre el sistema e, interés por parte de otros actores con potencial de vinculación, más para pasar a una etapa de crecimiento del sistema en red, se requiere la participación de nuevos nodos dinamizadores que desde la pluralidad de iniciativas y recursos, tomando como punto de partida lo logrado por el Grupo Base UN, incrementen los flujos de información hacia un sistema multinodal. Los indicadores críticos permiten establecer la tendencia del sistema hacia umbrales en el desarrollo que una vez alcanzados implicarán la redefinición de las estrategias vigentes y la consecuentemente modificación de los planes de acción.

Los indicadores son de tipo cuantitativo y cualitativo a la vez, ya que la RedOTA, al ser un sistema social, es imposible de valorar solo con números y hay énfasis en el principio de calidad antes que cantidad. Como red social de actores con propósitos afines, la iniciativa y la capacidad de autogestión, la emotividad y el compromiso expresados, se consideran positivamente cuando van juntos. La permanencia en el tiempo de los actores y su constancia en el intercambio de información son también importantes cuando se hacen las evaluaciones.

**Tabla 23. Indicadores críticos de desempeño de la RedOTA para la actual dirección estratégica.**

Indicador
Cantidad de nodos dinamizadores