

IGUAQUE, BOSQUE ANDINO Y PÁRAMO: ECOSISTEMAS MODELO PARA EL TRABAJO INTERDISCIPLINAR

Hernández, J.^{1*} Florez, L.^{2*} Fajardo, L.^{3*} Contreras, L.^{4*} Acosta, M.^{5*} Gómez, M.^{3*} García, E.^{3*} Cortes, J.^{3*} Ballesteros, N.^{6*} Bustamante, M.^{3*} y Bernal, J.^{7*}

Grupo de estudio e investigación de campo "GAIA" Gimnasio Campestre

1. Coordinador Centro de Biología Molecular; 2. Profesora asistente Biología; 3. Profesor Área Ciencias; 4. Coordinador Área Sociales; 5. Profesora Área Matemáticas; 6. Profesora Área Sociales; 7. Director Centro de Biología Molecular.

*Autor para correspondencia: jhernandez@campestre.edu

El páramo manifiesta un pretendido carácter natural para quienes lo visitan; pero no sólo la ideología sino las prácticas productivas de la civilización lo han penetrado desde su misma denominación hasta las formas económicas de mercancía, valor, precio, propiedad, etc, con las cuales se reconoce hoy¹.

RESUMEN

Se realizó una salida de campo a la laguna de Iguaque, en Boyacá. El objetivo fue generar un trabajo interdisciplinar con profesores de las áreas de Matemáticas, Ciencias Sociales, Química, Física, Astronomía y Biología del Gimnasio Campestre. Se realizó un estudio preliminar en el que se tuvieron en cuenta: observación astronómica, clima, diversidad vegetal, características químicas, físicas y biológicas del agua de la laguna de San Pedro y su análisis fitoplanctónico, así como también, la generación de ecuaciones matemáticas con la pretensión de explicar el ecosistema de páramo.

Palabras clave: Páramo, Iguaque, bosque andino, factores climáticos, biodiversidad.

SUMMARY

We did a field trip to Iguaque's lagoon in Boyacá. The proposal was to create a work between teachers in the areas of Mathematics, Social studies, Chemistry, Physics, Astronomy and Biology from Gimnasio Campestre. We did a preliminary study in which we had on mind: Astronomic observations, the weather, plant biodiversity, biological, physical and chemical characteristics of the water of San Pedro's lagoon and a phytoplanktonic analysis. We also realize mathematics equations for explaining the ecosystem of the cold drizzle.

Key words: cold drizzle, Iguaque, the weather, biodiversity, forest andean.

INTRODUCCIÓN

Parte de la visión contemporánea del páramo la brinda ese modo de ver el mundo llamado ciencia, producto precisamente de la concepción científica del mundo surgida bajo la influencia de las geometrías no euclidianas, la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. La visión científica, la más reconocida por los académicos y por lo tanto, la más difundida hoy, proyecta aspectos y características del páramo, muchas de ellas novedosas, pero igualmente particulares, condicionadas por los intereses de conocer, por las modalidades temáticas, los campos disciplinares y las necesidades de explicar y comprender. Esta visión, empeñada en el conocimiento científico de la estructura, composición, función, origen, etc., de los ecosistemas en los paisajes parameros, ha omitido necesarios contextos planetarios, históricos, culturales, socioambientales, etnológicos y políticos fundamentales para

alcanzar un pensamiento que no sólo explique sino que permita comprender el ambiente páramo y otros ambientes como el bosque andino¹.

Iguaque está ubicado a 230 Km de Bogotá en los municipios de Villa de Leyva, Chiquiza, San Pedro de Iguaque y Arcabuco en el Departamento de Boyacá. Iguaque fue constituido como Parque Nacional en 1977 con el objetivo de preservar el bosque andino y el ecosistema de páramo. Su extensión es de 6.750 hectáreas. Tiene elevaciones que van desde los 2.400 a 3.800 metros sobre el nivel del mar. La red hidrográfica del Santuario forma parte de la cuenca del río Suárez. En el sector septentrional se encuentran varias lagunas de origen glacial, entre ellas: Iguaque, el Monte, Colorada y Carrizal. El clima es frío, con temperaturas de 4 a 12°C. La vegetación está caracterizada por bosque húmedo montano bajo, hacia el norte, y bosque seco montano, hacia el sur. Sus

principales especies son roble, frailejón, siete cueros, canelón, tobo, tinto, pino hayuelo, musgos, líquenes, quinces, orquídeas y helechos. La fauna del área es muy variada e incluye especies como faras murciélagos frugívoros, ardillas, venado soche, blanco, reinoso y de páramo. Entre la avifauna se destacan pavas guacharacas, dormilones y azulejos².

Teniendo este marco de referencia el grupo de Estudio e investigación "GAIA" conformado por profesores de las áreas de Matemáticas, Ciencias Sociales, Química, Física, Astronomía y Biología del Gimnasio Campestre se dio a la tarea de reconocer el Santuario de Iguaque y realizar un estudio preliminar en el que se tuvieron en cuenta: Observación astronómica, clima, diversidad vegetal, características químicas, físicas y biológicas del agua de la laguna de San Pedro y su análisis fitoplanctónico, así como también la generación de ecuaciones matemáticas con la pretensión de explicar los ecosistemas de bosque húmedo y páramo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología general del trabajo se apoyó en las guías propuestas por el Centro de Biología Molecular para la Expedición Colombia: Destino Boyacá, las cuales fueron ajustadas a las diferentes circunstancias y variables presentadas durante la salida.

Observación astronómica. Se realizó observación astronómica utilizando un telescopio refractor para aficionado Konustart 900, refractor No 1739. f 80 mm. F900. F/15. Equatorial Mount. La observación se inició a las 8:00 p.m. y finalizó aproximadamente a las 11:00 p.m.

Factores climáticos. Desde la llegada al resguardo en Iguaque se registraron datos de algunos de los factores climáticos, como son: Temperatura ambiental, presión atmosférica, humedad relativa y dirección y velocidad del viento. Estos factores climáticos se registraron utilizando un equipo de meteorología Davis Instruments, USA.

Biodiversidad vegetal. Durante el ascenso a la laguna de Iguaque se colectaron hojas del suelo y otras muestras biológicas, como también se discutió la taxonomía vegetal y relaciones evolutivas. Al mismo tiempo se registraron fotográficamente algunas de las especies que conforman la biodiversidad del bosque húmedo y el páramo. En la tercera estación se analizaron las bondades que ofrece el estudio de las poblaciones realizando transectos (espacio de tamaño determinado, 5 X 5 m).

Análisis Físico-químico y biológico del agua de la laguna. En la laguna de Iguaque, previa división del trabajo en grupos de dos profesores, se realizó el análisis de pH (potencial de H), concentración de Fe (hierro), NO²⁻ (nitritos), Cl (ión, cloruro) y Cl₂ (cloro molecular), la dureza y el color del agua. El análisis se realizó utilizando los kits Aquamerck, Aquaquant y Microquant (Merck, USA).

De otra parte, una alícuota de agua de la laguna se cultivó en cajas de Petri en medio Luria Broth (LB, 10g/L de NaCl, 10 g/L de triptona, 5 g/L de extracto de levadura, al 13% en agar). Luego, las colonias bacterianas obtenidas se tiñeron con Giemsa y se hicieron micropreparados para su análisis microscópico.

Análisis fitoplanctónico del agua de la laguna. Se colectaron muestras de agua de la laguna a la cual se añadió solución de lugol para su posterior análisis microscópico y determinación de las poblaciones del fitoplancton. En el laboratorio se realizó el montaje de micropreparados y se observaron en objetivo 10X. Basados en las observaciones se realizaron gráficas de las especies de algas identificadas.

Teorización matemática del ecosistema. Reunidas las características más sobresalientes del ecosistema páramo, se intentó construir hipótesis que pudieran explicarlo matemáticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo general de este trabajo fue el de generar recursos pedagógicos para el trabajo interdisciplinar convirtiendo las salidas de campo en verdaderos laboratorios de conocimiento transdisciplinar. En esta primera aproximación se logró integrar las áreas de astronomía, biogeografía, matemáticas, taxonomía vegetal, ecología de poblaciones vegetales, limnología, bacteriología y Físico-química de aguas, presentando una aproximación general de los ecosistemas de Bosque húmedo y páramo.

La región de estudio, El Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Mapa 1) está ubicado 5° 35' latitud norte - 73° 25' de longitud oeste en el Departamento de Boyacá. El parque cuenta con una importante oferta natural y cultural. Las actividades más importantes a realizar son estudios de flora y fauna y caminatas ecológicas recreativas a través de un sendero debidamente señalizado y que en un tiempo estimado de tres horas conduce a la Laguna de Iguaque (tiene esa fascinación mágica que perdura desde tiempos de los Muisca y que les permitía encontrar claves para entender y descifrar la existencia y sus misterios). En total son 8 lagunas que guardan los secretos de los Muisca. Conquistar la Laguna de Iguaque, implica tener ganas de vivir, de conocer y de respetar lo sagrado².

Observación astronómica. Con un tiempo excelentemente favorable para la observación de las estrellas y astros, y una noche de luna llena esplendorosa realizamos el estudio de la constelación de Orión observando las estrellas Betelgeuse, Bellatrix, Riegel y las Tres Marías (cinturón de Orión). De la constelación Can Mayor observamos la estrella Sirius y de la constelación Géminis a Cástor y Pólux. Entre los planetas visibles estuvo Júpiter, Saturno y Venus y por supuesto observamos una luna llena en todo su esplendor. Contamos con una noche despejada aproximadamente

hasta las 11 p.m., hora a la cual las nubes cerraron el panorama.

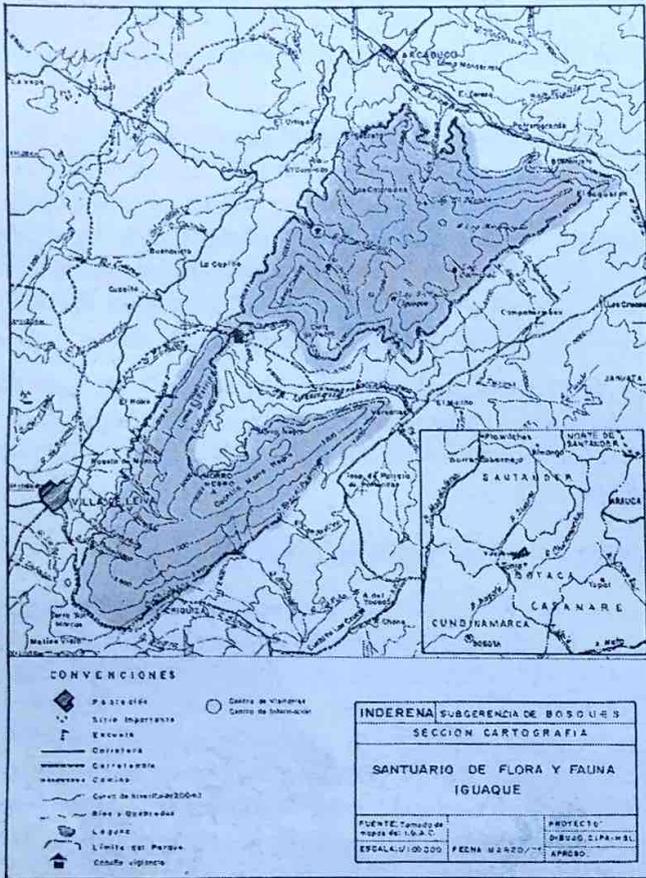


Figura No 1. Mapa de la región boyacense donde se encuentra ubicado el Santuario de Fauna y Flora Iguaque.

Factores climáticos. En la Tabla 1 se resume el registro de las variables meteorológicas obtenidas durante la salida. Como se observa en la noche previa a la subida a la laguna, se registraron temperaturas desde 4 a -3°C (viernes 9) contrastando con la temperatura registrada el sábado en la mañana de -9°C . Estas temperaturas fueron registradas en el albergue el cual está ubicado a 3.000 m.s.n.m. en medio del cañón del Mamarramas y del gran ecosistema del bosque andino.

Durante la caminata a la laguna el registro de datos meteorológicos (Tabla 1, líneas 4 al 9) mostró una gran variabilidad en la temperatura medioambiental, a las 8:00 a.m. aproximadamente, la temperatura marcó los 12°C , a la media hora había descendido hasta 6°C . Sin embargo, una hora más tarde sube hasta los 15°C y luego, en la sexta estación se logra una temperatura de 21°C ; temperatura que se mantiene al llegar a la laguna. Las condiciones ambientales fueron benévolas con nosotros y facilitaron la toma de datos y discusiones durante el recorrido. El tiempo que empleamos fue de aproximadamente 3,5 horas. La humedad relativa en general fue baja con un promedio de 34%. El cambio de presión y por supuesto de altitud se siente durante el esfuerzo realizado en la caminata, por eso se hizo necesario tomar descansos de aproximada-

mente 10 m. en cada estación. Se comienza con una presión de 540 mmHg (en Bogotá es de 560 mm/Hg) y se llega a la laguna a una presión de 490 mm/Hg. Como se sabe la presión es inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar. Y esto está íntimamente relacionado con la disponibilidad de oxígeno, la cual es menor a medida que se asciende.

DIA Y HORA	TEMPERATURA (°C)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mm/Hg)	HUMEDAD RELATIVA (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO (mph)*	DIRECCIÓN DEL VIENTO
09-029:14 p.m.	4	538	48	-	-
09-02 10:00 p.m.	-3	537.5	39	-	-
10-025:02 a.m.	-9	533.5	41	17	Noreste
1ra Estación	12	531.7	36	-	-
3ra. Estación	6	522.6	31	-	-
5ta. Estación	15	512.7	34	-	-
6ta Estación	21	502.3	25	9-23	Noreste, Sureste
Laguna	20	496.6	26	27	Noreste
Laguna	19	496.9	24	3-8	Noreste

Tabla No 1. Variables meteorológicas registradas durante la salida a Iguaque. Los tres primeros grupos de datos se registraron en el resguardo. Los otros seis grupos de datos se registraron durante la subida a la laguna.

* Milímetros de mercurio. *1 millas por hora. °C grados centígrados.

Biodiversidad vegetal. En el bosque andino se desarrolla un tapete de epifitas y otras plantas briofitas. En algunos sectores, las características de los suelos determinan la presencia de bosques homogéneos, como los alisales y robledales, que ocupan substratos pedregosos y superficiales. En algunos sectores del bosque dominan los encenillos y en bosques en etapa temprana, los sietecueros.

En un bosque los árboles leñosos disminuyen conforme la altitud, siendo los más pobres aquellos próximos a la línea límite de la vegetación arbórea y los más ricos los bajos y cercanos a la base de la montaña. Es el imperio de las epifitas, ningún otro bosque se encuentra tan recargado de estas plantas cuya familia más numerosa son las orquídeas, predominando también musgos, líquenes y quiches que llegan a cubrir los troncos completamente³.

No hay homogeneidad de criterios para definir y delimitar el páramo; el término se refiere principalmente a la vegetación de alta montaña andina. Como es obvio, en tan amplio espacio ocurre una gran diversidad físico-biológica, tanto horizontal como vertical. Los estudios han demostrado que, en efecto, los páramos presentan un mosaico edáfico muy variado, geformas diversas y situaciones climáticas distintas que generan una gama riquísima de nichos, hábitat y entornos ecológicos⁴.

Cuatrecasas⁵, divide el cinturón paramuno en subpáramo o páramo bajo con vegetación arbustiva en la que

predominan elementos florísticos de la familia Compositae: sus límites altitudinales varían de 3.000 a 3.500 metros; el páramo propiamente dicho con pastizales y frailejones se extiende entre los 3.500 y los 4.500 metros; y el superpáramo, ubicado a alturas mayores a los 4.500 metros se caracteriza por la distribución de la vegetación.

Iguaque representa el páramo propiamente dicho, ya que se encuentra a 3.500 m.s.n.m aproximadamente. La Figura 2

presenta un fragmento de la biodiversidad observada en el Parque, se determinaron taxonómicamente plantas de las familias Clusiaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Araliaceae, Compositae, Begoniaceae y Podocarpaceae. Sin embargo, esta muestra representa aproximadamente el 10% de la biodiversidad genética que se presenta entre el bosque húmedo y el páramo. Existe en el bosque una gran variabilidad representada en las diversas especies de orquídeas únicas en el planeta.

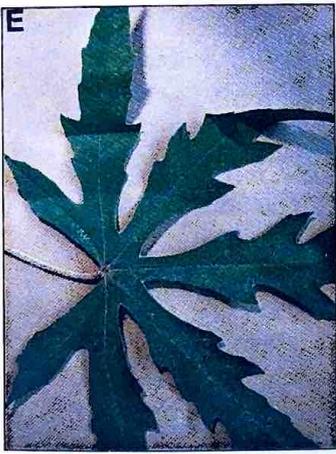
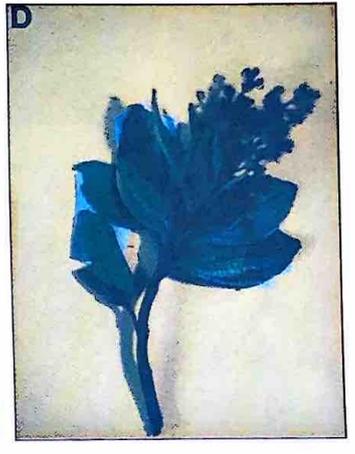




Figura No 2. Muestra parcial de la biodiversidad vegetal del bosque húmedo y el páramo. A: *Clusia* sp, Clusiaceae, Gaque; B: *Macleania rupestris*, Ericaceae, Uva camaraña; C: *Cavendishia cordifolia*, Ericaceae, Uva de anis; D: *Miconia* sp, Melastomataceae; E: *Oreopanax floribundum*, Araliaceae, Mano de oso; F: *Espeletia grandiflora*, Compositae, Frailejón; G: *Helecho* H: sin clasificar I: sin clasificar J: *Espeletia* sp, Compositae, Frailejón; K: *Decussocarpus rospigliosii*, Podocarpaceae, Pino romeron, pino colombiano; L: sin clasificar M: *Lycopodium*; N: *Lycopodium*; O: sin clasificar P: *Begonia ferruginea*, Begoniaceae, Begonia; Q: Musgo; R: sin clasificar S: sin clasificar T: sin clasificar.

Análisis físico-químico y biológico del agua de la laguna. En Boyacá hay problemas graves de agua que parecen estar relacionados con síntomas inequívocos de desertificación, con evidencias contundentes de destrucción de los páramos y con el deterioro severo de las cuencas hidrográficas de alta montaña que se caracteriza por su sistema de economía campesina, con sus secuelas de pobreza absoluta y marginamiento social. La desaparición de las fuentes de agua o la severa disminución de las mismas, así como la pérdida de calidad del precioso líquido son fenómenos progresivos del territorio boyacence⁴.

Gran parte de la región paramuna en el departamento, especialmente en la zona del subpáramo ha sido alterada para establecer cultivos de papa y potreros para ganadería. La vegetación esencial para la conservación del agua, se tala y se quema periódicamente⁴.

Iguaque representa, todavía, la muestra en Boyacá del ecosistema paramuno, del sitio de reserva forestal que oxigena y produce agua en un buen caudal. Muchos reclaman que

toda la franja por encima de los 3.200 metros en Boyacá, debe convertirse en reserva estricta y enérgicamente protegida por las aguas que allí nacen. Es por eso que estudios físico-químico y biológicos de las aguas deben ser realizados, ya que es la única forma de detectar el estado actual del agua y su potabilidad, sus características generales y su efectivo mantenimiento natural.

En este estudio se determinaron el pH, la dureza, el color y la concentración de Fe, NO₂, Cl⁻, y Cl₂. La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos. Una comparación entre los datos experimentales obtenidos y los parámetros definidos por el decreto 475 de 1998 para la calidad de agua potable nos presenta:

- i) Un valor bajo de pH o ácido que indica la no potabilidad del agua. Su consumo generaría posiblemente irritación del tracto digestivo.
- ii) Una coloración por encima del valor permitido (menor de 15 grados Hazen), la cual se estableció en 40 grados hazen, esto está relacionado con contaminantes orgánicos.

iii) Concentraciones de cloro, cloruros y nitritos en niveles de permisibilidad que son 0,1, 250 y 0,1 ppm. respectivamente.

iv) Una dureza de 2,25° que es muy blanda.

Variable	pH	Fe	NO ₂	Cl ⁻	Cl ₂	color	dureza
Valor obtenido	5	0.1 ppm*	0,0 -0,05 ppm	5,5 ppm	0,0 ppm	40° Hazen	2,25°

Tabla No 2. Variables determinadas en el análisis físico-químico de la laguna de San Pedro de Iguaque.

*partes por millón

Los resultados obtenidos pertenecen a un muestreo del litoral de la laguna, en la cual, se observó una gran cantidad de algas verdes que pueden estar relacionadas con el pH ácido y la coloración; por lo demás, el lago a su alrededor no muestra posibles agentes contaminantes. Es probable pensar que si se hiciera el mismo análisis en diferentes lugares y profundidades de la laguna se identificarían diferencias con los datos obtenidos en esta experiencia, ya que la laguna no presenta un gran movimiento de oleaje.

En la laguna de Iguaque y las correntías que allí se originan, se encontraron algunos tipos de colibacilos Gram positivos, esporoformadores Gram positivos y estreptococos Gram positivos. Todas estas bacterias posiblemente hagan parte de la microfauna normal de la zona (resultado no presentado). Es posible que la ingestión de agua de la laguna pueda desencadenar un cuadro diarreico por la presencia de este grupo de bacterias. Por esto, es recomendable hacer un análisis más exhaustivo identificando y cuantificando estos tipos bacterianos. El mejor criterio para juzgar la calidad del agua es, por supuesto, la clase y número de bacterias que contiene.

Análisis fitoplanctónico. Para entender la dinámica de los ecosistemas acuáticos es necesario un conocimiento básico de los organismos productores que allí viven, los cuales hacen parte de la enorme diversidad y complejidad de los sistemas de algas dulces. Las algas de las aguas libres de los lagos y grandes ríos, constituyen el fitoplancton en el cual coexisten poblaciones de distintas especies. La laguna de Iguaque por encontrarse en un ecosistema de alta montaña se caracteriza por presentar bajas concentraciones de iones y nutrientes y poca productividad por la escasez de fósforo. Es un sistema oligotrófico, o de baja productividad, con una diversidad fitoplanctónica limitada. La Figura 3 presenta las algas identificadas en este estudio. Las especies más representativas fueron *Navicula sp* y *Fragillaria sp*. En general las especies identificadas son indicadores de buena calidad de agua.

Modelo matemático del ecosistema. Los modelos matemáticos han sido introducidos en la mayoría de estudios biológicos, ya que ayudan a establecer parámetros para poder generalizar el comportamiento de los ecosistemas o hábitats, o simplemente procesos evolutivos.

El ecosistema de páramo es un bioma exclusivo de las montañas neotropicales y están localizados en latitud 8° sur

hasta 11° norte, desde el norte del Perú hasta la Sierra Nevada de Santa Marta.

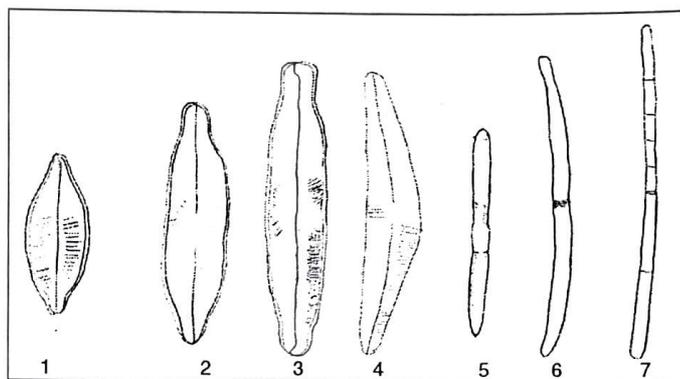


Figura No 3. Dibujo esquemático de algas identificadas microscópicamente (objetivo 10X), provenientes de muestras de agua litoral de la laguna de Iguaque. 1. *Navicula sp*1; 2. *Navicula sp*2; 3. *Pinnularia sp*; 4. *Cymbella sp*; 5. *Fragillaria sp*; 6. *Closterium sp*1 y 7. *Closterium sp*2.

Para una formulación matemática que pueda explicar el ecosistema paramuno se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Factores ambientales: temperatura, luminosidad, presión atmosférica, duración del día, incidencia de la luz ultravioleta, pluviosidad, humedad relativa y vientos.
- Factores geográficos: ubicación, altura sobre el nivel del mar y formación geológica.
- Factores biológicos: bacterias del suelo, insectos, artrópodos, anfibios, mamíferos y plantas exclusivas.

Teniendo claros estos factores podemos predecir matemáticamente el ecosistema páramo por:

$$eP = \Sigma 3.000 \text{ a } 4.500 \text{ msnm } fA + fG + fB$$

Donde:

eP es el ecosistema páramo

fA son los factores ambientales dados por
 temperatura en rango de 2-10°C
 pluviosidad entre 600-3.000 mm
 humedad relativa máxima en época de lluvia y mínima en estaciones secas.
 Luminosidad variable (depende de medición)
 Vientos variables (depende de medición)
 Presión atmosférica desde 450 a 520 mm/Hg

fG están determinados por la ubicación astronómica y la formación geológica y

fB están determinados por la biodiversidad vegetal y animal.

Acudir al recurso matemático para explicar un evento biológico es darle desde el punto axiomático un poder generalizador al hecho, introduciendo un punto de vista que a priori, puede contener un poder explicativo más objetivo,

mas amplio, y derribable solamente con un aparato matemático más sólido y contundente.

La propuesta explicativa del ecosistema páramo que se desarrolló en este estudio, no tiene la pretensión de producir una teoría sobre el mismo, sino apenas, la primera aproximación matemática con algún poder explicativo. Resultaría válida como modelo pedagógico para desarrollarla con los estudiantes en el aula de clase. Los errores en que se pueda incurrir representan los pasos de cualquier teoría en desarrollo.

El páramo como territorio, como lugar, como espacio, como hábitat, como continuidad, se ha ido transformando al punto de encontrar tanto diversidad biótica y ambiental como productiva y cultural. El páramo ha permitido desarrollar en el ámbito humano muchas formas de producir, de recrear la vida, de sustentar pensamiento mítico, de percibir la variabilidad ambiental, de elaborar sentidas manifestaciones estéticas y poéticas, al punto de cargarse de tantas representaciones y sentidos que no es posible trazar límites entre lo físico-biótico y lo sociocultural¹. En este sentido para nosotros el páramo representa un espacio esencial de aprendizaje, un laboratorio pedagógico que se adentra y deviene en todas las áreas del conocimiento. Espacio ocupable y explotable desde nuestra cotidianidad y desde nuestra imperfecta formación que posibilita el estudio integrador de todos los fenómenos que allí se nos presentan.

El páramo ha permitido contruir y plasmar proyectos socioambientales de singular importancia, recorridos por la experiencia global de sus hombres. No es sólo una rica realidad objetiva; es hábitat en tanto que espacio vivenciado,

atravesado por la vida; es lugar de sensaciones y percepciones donde crecen la alegría, la soledad y la nostalgia bajo la influencia decisiva de las nieblas, el frío, el viento, las luces y las sombras. Tal vez como otros lugares, pero tal vez como él mismo, el páramo ha permitido fundamentar la vida social como espacio del hombre.

Nuestro interés: El conocimiento, y nuestra meta: el trabajo en equipo, generador o motor de cualquier desarrollo o aporte de alguna significancia para la escuela.

AGRADECIMIENTOS

El grupo de Estudio e Investigación GAIA agradece a Francisco Javier Escobar por su colaboración en el trabajo fotográfico general y a las directivas del Gimnasio Campestre por apoyar la salida al Santuario de Fauna y Flora de Iguaque.

BIBLIOGRAFÍA

El Páramo, Ecosistema de alta montaña. 1999. Documento teórico Jardín Botánico José Celestino Mutis.

(*minambiente.gov.co*)

Selva andina o Bosque de niebla. 2000. Documento de trabajo, investigación y discusiones encuentro Gimnasio Femenino. Bogotá, Octubre.

Abdón Córtes Lombana. 1999. Generalidades sobre el Páramo. Documento Jardín Botánico José Celestino Mutis.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspecto de la vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Col. Col. Ex. Física Naturales 10(40): 221-264.