

LA ECOLOGÍA DE POBLACIONES
UN PROBLEMA DE CONOCIMIENTO PARA LA ESCUELA

CAROLINA CAMARGO CELIS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTA, COLOMBIA
2014

LA ECOLOGÍA DE POBLACIONES
UN PROBLEMA DE CONOCIMIENTO PARA LA ESCUELA

CAROLINA CAMARGO CELIS

Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales

Asesores:

Olga Mercedes Méndez Núñez

Steiner Valencia Vargas

GRUPO DE INVESTIGACIÓN ECO- PERSPECTIVAS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTA, COLOMBIA

2014

A todos... a quienes se cruzaron en mi vida en el curso de esta maestría, porque de cada uno siempre queda algo.

Carolina

“Una vez hecho algo, puede no valer mucho; es una obra humana con todas las imperfecciones de lo humano, pero el hecho de ejecutarla sí es interesante.”

Jorge Luis Borges

Un espacio para agradecer especialmente a todas aquellas personas que colaboraron en la planeación y realización de este trabajo; mis compañeros de Eco-perspectivas, mis estudiantes y por supuesto mis asesores.

RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado en Maestría de Profundización
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	La Ecología de Poblaciones: Un Problema de Conocimiento para la Escuela
Autor(es)	CAMARGO CELIS, CAROLINA
Director	MÉNDEZ NÚÑEZ, OLGA MERCEDES; VALENCIA VARGAS, STEINER
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 118 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Ecología, Población, Especie, Dinámica, Problema de conocimiento, Heterogeneidad, Multicausalidad, Estocasticidad, Perturbaciones, Construcción de explicaciones.

2. Descripción
<p>El presente trabajo de profundización hace énfasis en la Educación en Ciencias Naturales enfocada en la Ecología de poblaciones para la Educación Básica secundaria.</p> <p>La ecología de poblaciones se presenta en la escuela como una serie de ecuaciones para estimar parámetros demográficos abandonándose el propósito de comprender las ideas subyacentes, haciéndose necesario preguntarse por los elementos conceptuales que la definen como un problema de conocimiento para la escuela. Pensando en los cambios que se deben suscitar en torno a las prácticas alternativas para su enseñanza, se desarrolla una propuesta de aula para el grado octavo de la Institución Educativa pública del municipio de Guatavita en Cundinamarca.</p> <p>Se presentan elementos conceptuales que definen a la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento para la escuela. Intentándose ahondar en aspectos de tipo histórico y disciplinar, y a su vez dar cuenta de las reflexiones que se generan en el maestro, así como los cambios que se suscitan en el aula en torno a las prácticas alternativas para la enseñanza de la ecología de poblaciones.</p> <p>Se aborda la ecología de poblaciones desde la comprensión de conceptos considerados estructurantes para la ciencia y que se van haciendo dominantes: heterogeneidad, perturbación, estocasticidad y multicausalidad, a su vez como las unidades fundamentales que trascienden el ámbito estadístico y que desde el punto de vista pedagógico y disciplinar muestran las relaciones que construyen los estudiantes a través de experiencias para organizar sus comprensiones</p>

sobre la población, ofreciendo una visión acerca de la complejidad de su naturaleza. Así, se construye la heterogeneidad espacial y dentro de una población, se reconoce el papel de las perturbaciones y las diferencias en la capacidad de la especie para amortiguarlas, con diferentes probabilidades de estabilidad y permanencia en ellas, sin perder de vista el hecho de que estas son probabilidades de ocurrencia que lo hacen un proceso no determinístico.

En las socializaciones de los estudiantes se reconoce la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento, al contribuir en la consolidación de un lenguaje que cobra significado en cada explicación capaz de construirse a partir de la interpretación de experiencias, se comprende la interrelación de componentes; se profundiza en los conceptos estructurantes y el modo de pensarse como grupo, al ser integrantes de una población de individuos únicos, lo que adicionalmente podría incentivar una transformación actitudinal.

3. Fuentes

Se cuenta con 52 citas bibliográficas entre textos, artículos de revistas y publicaciones en internet. A continuación se numeran las más relevantes.

- Dajoz, R. (1974). *Dynamique des populations*. Paris: Masson.
- Deléage, J. (1993). *Historia de la ecología. Una ciencia del hombre y de la naturaleza*. Barcelona: Icaria Editorial S.A.
- Develay, M. & Ginsburger-Vogel, V. (1986) "Population" *Aster*, 3, 19-71
- Fariña, J.; Castilla, J. & Camus, P. (1997) "Los conceptos de equilibrio y no-equilibrio en ecología de comunidades". *Revista chilena de historia natural* 70: 321-339.
- Hanski, I. (1982) "Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis". *Oikos* 38: 210-221.
- Jiménez Tejada, M. (2009) *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Granada. Granada
- Mayr, E. (1963) *Animal Species and Evolution*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Murcia, N. & Jaramillo, L. (2001). "La complementariedad como posibilidad en la estructuración de diseños de investigación cualitativa" *Cinta Moebio* 12, 194-204.
- Núñez, P. G. (2001) *Distancias entre la ecología y la praxis ambiental*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Pisanty, I. (2003). "Integración de conceptos de ecología, manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en programas de conservación de ecosistemas". En Sánchez, O.; Vega, E.; Peters, E. & Monroy-Vichis, M. (Eds.) *Conservación de Ecosistemas de Montaña en México*. México: Instituto Nacional de Ecología. Consultado el 10 de septiembre 2014 y disponible en: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/pisanty.html>>
- Pozo, J. y Carretero, M. (1987) "Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿qué cambia en la enseñanza de las ciencias?". En: *Infancia y Aprendizaje*. No. 38.
- Sarmiento, P. (2000). *La filosofía de la biología de Ernst Mayr: problemas biológicos y filosóficos en las teorías de la evolución*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Turchin, P. (2001) "Does Population Ecology Have General Laws?" *Oikos*. Vol. 94, Fasc. 1 (Jul., 2001), pp. 17-26.

4. Contenidos

A continuación, se presenta la estructura del trabajo, en el que se siguió una metodología cualitativa con enfoque interpretativo. El documento se organizó en cuatro apartados que buscan dar cuenta de los planteamientos propuestos. En el primer apartado se plantean algunas pistas metodológicas vistas dentro del enfoque de la construcción de conocimiento como un proceso social, siendo el aula un sistema de relaciones; la complementariedad explica las estrategias adoptadas; el segundo apartado presenta una revisión documental que permite el acercamiento a algunos de los conceptos que se consideran fundamentales para el desarrollo de la ecología de poblaciones y las ideas que los rodearon; esta profundización teórica orienta la mirada del trabajo; seguido de los aportes de las prácticas realizadas en la escuela, desde el desarrollo de una propuesta que permite poner en juego elementos conceptuales de la dinámica de poblaciones en el aula; por último se expone algunas consideraciones sobre la enseñanza-aprendizaje de la ecología de poblaciones a la luz de conceptos alternativos.

CONSTRUYENDO EXPLICACIONES

Este apartado está relacionado con la fundamentación teórica, se tiene en cuenta cómo la ecología se ha constituido como un campo diferenciado de saber que formula una serie de teorías que definen una serie de prácticas y técnicas que han venido transformándose, para ser considerada una disciplina, y cómo el trabajo que se hace en ecología empieza a precisar unos campos de investigación que antes no se concebían.

UN ÁNGULO DE LECTURA EN EL AULA

Se presentan los avances en la comprensión de la ecología de poblaciones, con enfoques desde la perspectiva del no equilibrio, la diversidad dentro del grupo, el pensamiento probabilístico, del rol de las escalas temporales y espaciales. Abrieron las posibilidades de introducir nuevas observaciones y comprensiones en términos de heterogeneidad, estocasticidad, perturbación y multicausalidad; diferentes visiones de las poblaciones, y destacando la importancia de incorporarlos en la enseñanza de la ecología.

A MODO DE CONCLUSION

En este apartado, el objetivo principal es hacer algunas consideraciones finales, sobre el trabajo realizado, integrando hallazgos encontrados en de su desarrollo que le permite al profesor revisar su práctica, concluir sobre las experiencias alternativas en el aula.

5. Metodología

En este trabajo de profundización, se emplea como estrategia para lograr los objetivos propuestos, la investigación cualitativa, desde su enfoque interpretativo. Ésta se plantea como la herramienta que le permite al profesor revisar su práctica, haciendo que al proponer experiencias alternativas en el aula, genere formulaciones, comprenda los procesos pedagógicos implicados,

articule la teoría y la práctica, siendo potencialmente una fuente de conocimiento.

Con una nueva visión de la enseñanza de las ciencias la cual propicia la reorganización de significados desde la ampliación de las experiencias, no solo del estudiante sino también del profesor, se crea una propuesta de aula desde varios referentes que permiten admitir la dinámica de poblaciones como un problema de conocimiento que vale la pena ser trabajado en la escuela.

Se emplean guías orientadoras que proponen al estudiante el desarrollo de textos, graficas, dibujos, planteamiento de problemas, discusiones grupales, registro de parámetros ambientales, informes de los estudiantes de trabajo en campo e incluso los cálculos de índices demográficos, en general diferentes tipos de documentos como fuente. Dejándose abierta la posibilidad a las técnicas necesarias para llegar a las construcciones de los estudiantes en torno a la ecología de poblaciones; para ello se acude al principio de complementariedad. Sin embargo se destaca el análisis documental de distintos órdenes para construir sentido y significación, en el desarrollo del marco teórico, la revisión histórica de la disciplina y el proceso de sistematización de la propuesta de aula.

Las actividades se organizan en tres fases diseñadas a partir de algunos conceptos estructurantes; la primera fase llamada Geografía imaginaria, contempla las condiciones geográficas; la segunda Cuentos de los abuelos pretende la confrontación con saberes ecológicos establecidos; la tercera A paso de Cangrejo, el acercamiento al sistema poblacional entendido como el límite de la población y las relaciones que establecen. Estas actividades intentan enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que tengan la necesidad de conocer, así se generan nuevas preguntas que los conlleva a construcciones explicativas.

6. Conclusiones

Se determinaron cuatro categorías desde las cuales se alcanzaron desarrollos significativos en los estudiantes, que dan cuenta de la dinámica de poblaciones y a su vez la configuran en un problema de conocimiento: heterogeneidad, perturbación, estocasticidad y multicausalidad, como las unidades fundamentales que permitirán obtener los criterios para la vinculación lógica y la interpretación de los datos. Desde éstas, buscamos hacer posible un estudio de la dinámica de poblaciones que trascienda el ámbito estadístico, que desde el punto de vista pedagógico y disciplinar se alcancen a ver cuáles son el tipo de operaciones, de relaciones que terminan construyendo los estudiantes, a través de experiencias que muestren una transformación en la organización de sus comprensiones acudiendo a los diferentes aspectos que le dan significado a la población.

Se reconoce la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento, al contribuir en la consolidación de un lenguaje que se va nutriendo de un vocabulario; que cobra significado, con consideraciones alternativas las cuales se construyen en colectivo; se facilita la construcción de un discurso argumentado, se muestran las nociones que se enlazan para dar significado a la dinámica poblacional como estructurantes de la ciencia capaces de construirse a partir de la interpretación de experiencias. Como lo expresa el Ministerio de Educación Nacional, la

enseñanza de las ciencias naturales es un proceso de culturización social, que trata de conducir a los estudiantes más allá de las fronteras de su propia experiencia a fin de familiarizarse con nuevos sistemas de explicación, nuevas formas de lenguaje y nuevos estilos de desarrollo de conocimiento. La construcción del conocimiento no se produce de forma aislada sino que está inmersa en el contexto social que lo influye y la determina en gran medida. Es necesario por tanto, plantear de forma diferente la presentación de la ciencia a los estudiantes a fin de que ésta sea percibida como una construcción social; orientando las actividades cotidianas hacia enfoques didácticos que comprendan los aspectos sociales del conocimiento científico y, así mismo, favorezcan la concepción del aprendizaje escolar como una tarea social.

La propuesta presentada no añadió nuevos contenidos, ni siquiera tuvo la pretensión de modificarlos, se abarcaron aquellos contemplados tradicionalmente, la distribución de individuos, la densidad dada en un área, el crecimiento y como parte de este, la natalidad, la mortalidad, la migración, pero ampliando las experiencias, de manera que se comprendiera la interrelación de componentes; se lograra profundizar en los conceptos estructurantes (heterogeneidad, perturbación, estocasticidad, multicausalidad) y el modo de pensarse como grupo.

Elaborado por:	CAMARGO CELIS, CAROLINA
Revisado por:	OLGA MERCEDES MÉNDEZ NÚÑEZ; STEINER VALENCIA VARGAS

Fecha de elaboración del Resumen:	02	12	2014
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1: PUNTUACIONES METODOLÓGICAS	8
1.1. Enmarcación del problema	9
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4. Pistas metodológicas.....	17
CAPÍTULO 2: CONSTRUYENDO EXPLICACIONES: UNA NUEVA DISCIPLINA	22
2.1. De la especie a la población	29
2.2. La población	33
2.3. Más allá de un grupo.....	36
2.3.1. Perturbación: El <i>no-equilibrio</i> como parte de la dinámica	38
2.3.2. Heterogeneidad: Iguales pero no idénticos.....	40
2.3.3. Estocasticidad: El Pensamiento Probabilístico.....	43
2.3.4. Multicausalidad: Viabilidad de las poblaciones	47
CAPÍTULO 3: UN ÁNGULO DE LECTURA. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS CONCEPTUALES EN EL AULA.....	50
CAPITULO 4: A MODO DE CONCLUSIÓN.....	86
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS.....	94
PROPUESTA DE AULA	95
GUÍA 1 : El Surgimiento Poblacional ¿De Uno En Uno?	107
GUIA 2: Cuentan los abuelos que hace tiempo.....	115

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental se ha revestido de tal fuerza que se está acudiendo a ella para llevar a la escuela, programas, políticas, planes de manejo ambiental, afirmándose que el tema de lo ecológico debe dominar los escenarios educativos. Pero lejos del debate de la problemática ambiental, la ecología, y en particular la ecología de poblaciones, suma interés por el pensamiento de base que aporta a la comprensión de las dinámicas biológicas e incluso sociales.

En la escuela, la ecología de poblaciones, se aborda como uno más de los contenidos sugeridos y es orientado desde un punto de vista conceptual, perdiéndose la oportunidad que brinda para complejizar las explicaciones, ¿Por qué hay oscilación en el número de individuos durante el año? ¿Qué determina que una población se encuentre en determinados lugares? Entender la ecología desde la complejización de las relaciones que se plantean y desde las cuales se entienden los seres vivos y su relación con el entorno no ha sido la misma durante los años, sino que ha sido producto de una historicidad en la que las maneras de entender y explicar esas relaciones se han venido reconfigurando a medida que la ecología de poblaciones como disciplina se ha consolidado. De manera que es el momento de revisar las concepciones y plantear una propuesta alternativa de enseñanza en la que la ecología pase a ser un ejercicio de comprensión, que realmente permita transformar la mirada de los estudiantes en relación con los ecosistemas. ¿Cómo hacer para que el estudio no sea solo contenidos y que la escuela realmente haga la diferencia, con una transcendencia que obligue al maestro a profundizar y llevar a los estudiantes a preguntarse por su mundo y a generar explicaciones?

Así, es necesario preguntar por los elementos conceptuales que definen a la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento para la escuela. Intentándose ahondar en aspectos de tipo histórico y disciplinar, y a su vez dar cuenta de las reflexiones que se generan en el maestro, así como los cambios que

se suscitan en el aula en torno a las prácticas alternativas para la enseñanza de la ecología de poblaciones.

El presente documento, se estructura en cuatro apartados que buscan dar cuenta de los planteamientos aquí descritos. En el primer apartado se plantean algunas pistas metodológicas vistas dentro del enfoque de la construcción de conocimiento como un proceso social, siendo el aula un sistema de relaciones; la complementariedad explica las estrategias adoptadas; el segundo apartado presenta una revisión documental que permite el acercamiento a algunos de los conceptos que se consideran fundamentales para el desarrollo de la ecología de poblaciones y las ideas que los rodearon; esta profundización teórica orienta la mirada del trabajo; seguido de los aportes del trabajo realizado en la escuela, desde el desarrollo de una propuesta que permite poner en juego elementos conceptuales de la dinámica de poblaciones en el aula; por último se expone algunas consideraciones sobre la enseñanza-aprendizaje de la ecología de poblaciones a la luz de conceptos alternativos.

CAPÍTULO 1: PUNTUACIONES METODOLÓGICAS

1.1. Enmarcación del problema

La conciencia sobre la crisis ambiental y sus causas principalmente antrópicas han generado nuevas consideraciones sobre las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza. Los desastres ecológicos provocados por el hombre y los esfuerzos realizados para detenerlos o reducirlos, que en ocasiones son más perjudiciales que el mismo desastre (como la aplicación de detergentes para lavar derrames de sustancias químicas, disolventes de hidrocarburos, entierro de desechos tóxicos), cambian el curso de la naturaleza hacia rutas modeladas por el hombre. Lo anterior está cruzado por la lamentable desigualdad social, la falta de educación, la falta de interés en la comprensión del mundo; problemas de la explosión demográfica dada las interrelaciones entre el crecimiento poblacional y la necesidad de explotación y de apropiación de recursos.

Si se actúa perturbando las poblaciones naturales y sus interacciones, se debe reconocer como aspecto relevante para la conservación, la restauración del ambiente, la capacidad de aprovechar oportunidades y la comprensión de la ecología de las poblaciones.

Pero más allá de la problemática ambiental, y lejos de que se afirme que el tema de lo ecológico deberá dominar los debates educativos de las próximas décadas, la ecología, y en particular la ecología de poblaciones, suma mayor interés por el pensamiento de base que aporta a la comprensión de las dinámicas biológicas e incluso sociales.

La dinámica poblacional es presentada en la escuela como simples aspectos demográficos e incluso el aspecto humano es desvinculado de la discusión, aun cuando en los ejemplos se suma en los diferentes índices calculados, natalidad, mortalidad, entre otros. Además de lo anterior, se da un salto conceptual, la población aparece con la exposición de problemáticas de las poblaciones humanas.

Ernst Mayr (1997) definió la población como el conjunto de individuos que habitan un mismo espacio en un dado tiempo y pueden intercambiar material genético. Las definiciones de población son numerosas, pero se podrían condensar como grupo de individuos de la misma especie que viven en un espacio y en un momento determinados, ocupando un área generalmente heterogénea en cuanto a la disponibilidad de recursos. A pesar de que ésta es la definición de población que aparece en algunos libros de texto cuando se aborda esta temática en el aula, se muestra una serie de ecuaciones que el estudiante mecaniza para responder a la exigencia de estimar distribuciones de edades en poblaciones naturales, densidades, abundancias, en otros cálculos matemáticos. En lugar de dar relevancia a las ideas subyacentes que se representan en cada ecuación, parece que se abandona el propósito de comprender, limitándolo a imitar el procedimiento en situaciones similares, si es que se llegan a reconocer.

La población, en términos de espacio y tiempo define a su vez las dimensiones de estudio. La dimensión espacial debe ser incorporada en los estudios poblacionales a través del análisis de la distribución de los organismos a lo largo del espacio, al igual que la dimensión temporal, que se manifiesta a través del análisis de la dinámica de las poblaciones y que puede corresponder al estudio de la variación en el tiempo de los atributos espaciales, a través de parámetros relacionados con esta dinámica.

En algunos casos el profesor carece de manejo teórico y debe ceñirse a lo que le presentan los libros de texto. Adicionalmente, en la preocupación por el cumplimiento de abordar los contenidos de los cursos, la tendencia es hacia la transmisión de información.

Así, la ecología de poblaciones, se aborda como uno más de los contenidos presentados por el profesor, al ser sugerido en los libros de texto de diferentes editoriales, que es orientado desde un punto de vista conceptual, perdiéndose la oportunidad que brinda para complejizar las explicaciones y el marco de referencia no solo en el estudiante sino además en el profesor. ¿Cómo hacer para que el

estudio no sea solo contenidos y que la escuela realmente haga la diferencia, con una trascendencia que obligue al maestro a profundizar y llevar a los estudiantes a preguntarse por su mundo y a generar explicaciones?

Entender la ecología desde la complejización de las relaciones que se plantean y desde las cuales se entienden los seres vivos y su relación con el entorno no ha sido la misma durante los años, sino que ha sido producto de una historicidad en la que las maneras de entender y explicar esas relaciones se han venido reconfigurando a medida que la ecología de poblaciones como disciplina se ha consolidado. De manera que es el momento de revisar, las concepciones de cambio, causalidad, especie, solo por citar algunas, e irrumpir y plantear una propuesta alternativa de enseñanza en la que la ecología deje de ser meramente contemplativa y pase a ser un ejercicio de comprensión que realmente permita transformar la mirada de los estudiantes en relación con los ecosistemas, haciendo explícitas sus propias intenciones.

En su configuración, la ecología de poblaciones sufre transformaciones, va presentando relaciones con otras disciplinas, nuevas conceptualizaciones, discusiones sobre ser una unidad de estudio, lleva a debates sociales, va desarrollando diferentes estrategias para la construcción de explicaciones a situaciones del mundo natural. Una historicidad que sugiere que puede representar en la escuela un problema de conocimiento, que desarrolle o aumente la capacidad de describir, clasificar, comparar, modelar, debatir, preguntar, problematizar, analizar y explicar, en principio situaciones poblacionales del entorno.

Es así como, formar en ciencias naturales en la educación básica y media desde lo que propone el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006: 96) en los Estándares básicos de competencias, significa:

(...) contribuir a la consolidación de ciudadanas y ciudadanos capaces de asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser;

formularse preguntas, buscar explicaciones y recoger información; detenerse en sus hallazgos, analizarlos, establecer relaciones, hacerse nuevas preguntas y aventurar nuevas comprensiones; compartir y debatir con otros sus inquietudes, sus maneras de proceder, sus nuevas visiones del mundo; buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conocimientos científicos.

Pensando en esto, la enseñanza de la ecología de poblaciones es significativa dada la importancia de generar una comprensión profunda de conceptos, procedimientos y actitudes, algunos estructurantes al ser base de la ciencia, si se recuerda que la ecología parte de la historia natural, la demografía humana, la biometría, la agricultura y la medicina. En su origen, la ecología fue cualitativa y descriptiva, en el siglo XVIII la principal preocupación consistía en la clasificación de los organismos en un sistema taxonómico que describía los hábitos y las características más relevantes de las especies.

Charles Krebs (1986) se refiere a la historia natural como la raíz de la ecología. Posteriormente se dan intentos de cuantificación, se describen a las poblaciones humanas en términos cuantitativos, de lo cual surge la demografía. Lamont Cole (1958), por su parte, advirtió la importancia de medir cuantitativamente los índices de natalidad y mortalidad, la proporción de individuos de uno y otro sexo y la estructura de grupos de edad de las poblaciones humanas. Malthus publicó uno de los primeros libros sobre demografía, *Primer ensayo sobre la población* (título de la traducción que se hizo del original al español; para esta tesis se tiene en cuenta la referencia del año 2000), en el que se desarrolla la influyente teoría de que la población crece más rápidamente que los recursos, conduciendo a un progresivo aumento de las necesidades de la población, que finalmente llevan a la emergencia de la idea de extinción. Es influyente por la relación que se establece con las ideas que permiten a Darwin pensar en la supervivencia del más fuerte. Aunque por supuesto si se revisan las concepciones evolutivas, la anterior afirmación es solo una aproximación de las tantas que se encuentran en la construcción de concepciones más amplias y precisas alrededor de esta idea.

Es el cambio de pensamiento en cada época, el que permite la divergencia entre un concepto y otro; como la transformación del concepto de *especie* a la luz de la noción poblacional. Es así como la ecología se va estableciendo como ciencia, por las nuevas concepciones biológicas, las cuales deben ser estudiadas para efectos de determinar los ejercicios investigativos que se pueden llevar al aula.

1.2. Formulación del problema

Como se ha expuesto en el apartado anterior, cuando se aborda la ecología de poblaciones en el aula se muestra una serie de ecuaciones que el estudiante mecaniza para responder a la exigencia de estimar distribuciones de edades en poblaciones naturales, densidades, abundancias, entre otros cálculos matemáticos. Siendo importante retomar la ecología desde la visión poblacional con todo lo que ésta implica, los factores incidentes, las interrelaciones, las ideas subyacentes, para llegar a comprender las interacciones en las que nosotros somos parte. Y más allá, construir explicaciones, porque al no comprenderse la ecología desde su estructura de pensamiento, termina siendo un cúmulo de información, de fórmulas, de gráficas, de cálculos a los que no se les encuentra verdadero sentido. Nuevamente se está frente a la dicotomía: discurso (lo que se vive en el aula) y hechos (las acciones de vida, como se desarrolla fuera del aula).

La complejidad de la temática que rodea las poblaciones requiere la revisión de conceptos clave como ecología, especie, población, entre otros; numerosas preguntas de carácter disciplinar surgen al ser estos conceptos estructurantes. Pero es necesario saber si abordarlas realmente permite al estudiante ser capaz de describir un fenómeno, relacionarlo con otros, explicarlo acudiendo a conceptos teóricos, integrar el conocimiento obtenido, reconocer la necesidad de otras disciplinas, integrar el contexto desde el punto de vista natural y social que le permita situarse a sí mismo en su mundo.

De esta manera, repensar la dinámica de poblaciones como un problema de conocimiento, exige comprender las condiciones pedagógicas que permiten orientar los procesos de enseñanza. Procesos en los que se propicie la discusión en el aula, se promuevan diversas posibilidades de desarrollo, se construyan y se haga uso de experiencias específicas todo a la luz de los resultados obtenidos en su aplicación. Es necesario identificar y analizar diferentes escenarios de las poblaciones naturales, por ejemplo, las interrelaciones que regulan la distribución

y abundancia de los seres vivos y así ofrecer oportunidades para expandir y mejorar el rango de experiencias de aprendizaje disponibles en el aula.

Lo anterior resulta de gran importancia por la capacidad, el conocimiento empírico y la todavía conservada valoración del profesor en los estudiantes, más aún en el contexto como docente de biología en un escenario de carácter rural; además de contar con los escenarios naturales que enriquecen los procesos de enseñanza aprendizaje, se han incorporado modos de hablar, interpretar y generar explicaciones que a su vez fundan cuestionamientos sobre cómo superar los procesos tradicionales de enseñanza, teniendo como pretexto la dinámica de poblaciones donde su complejidad logra que el estudiante escudriñe su entorno y llegue a gestionar su propio conocimiento; ser sujetos activos y partícipes de su aprendizaje. Se puede inferir que abordar la ecología de poblaciones, incidirá en los participantes incluso en sus relaciones personales, al desarrollar respeto frente a los seres vivos, además de actitudes positivas y en la medida en que se modifiquen las maneras de comprender el mundo se forman nuevos sujetos.

El planteamiento hasta aquí expuesto, permite preguntarse: *¿Qué elementos conceptuales definen a la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento para la escuela?*

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Identificar los elementos conceptuales que definen a la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento para la escuela.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Documentar teóricamente los aspectos de tipo histórico y disciplinar que permitieron configurar la ecología de poblaciones como un área de conocimiento particular.
- Diseñar e implementar una propuesta de aula para el grado octavo alrededor de situaciones específicas en relación con la ecología de poblaciones
- Sistematizar la propuesta de aula y definir elementos teóricos alternativos para la enseñanza de la ecología de poblaciones.

1.4. Pistas metodológicas

En este trabajo de profundización, se emplea como estrategia para lograr los objetivos propuestos, la investigación cualitativa, desde su enfoque interpretativo. Ésta se plantea como la herramienta que le permite al profesor revisar su práctica, haciendo que al proponer experiencias alternativas en el aula, genere formulaciones, comprenda los procesos pedagógicos implicados, articule la teoría y la práctica, siendo potencialmente una fuente de conocimiento.

Es necesario aclarar que dentro de las investigaciones y diseños metodológicos cualitativos se aplican numerosas técnicas; pero considerando que en un proceso de investigación social, lo que busca es desarrollar la comprensión de lo que ocurre en el aula y la construcción de explicaciones (lo más cerca posible a la realidad que viven los sujetos inmersos en éste); esta comprensión no se logra en su totalidad si se percibe desde pequeñas miradas del investigador, por tanto, no se hace necesario reconocer una técnica en particular.

Con una nueva visión de la enseñanza de las ciencias que propicia la reorganización de significados desde la ampliación de las experiencias, no solo del estudiante sino también del profesor, se crea una propuesta de aula desde varios referentes que permiten admitir la dinámica de poblaciones como un problema de conocimiento que vale la pena ser trabajado en la escuela.

De manera que se emplean guías orientadoras que proponen al estudiante el desarrollo de textos, graficas, dibujos, planteamiento de problemas, discusiones grupales, registro de parámetros ambientales, informes de los estudiantes de trabajo en campo e incluso los cálculos de índices demográficos y diferentes tipos de documentos como fuente. Dejándose abierta la posibilidad a las técnicas necesarias para llegar a las construcciones de los estudiantes en torno a la ecología de poblaciones; para ello se acude al principio de complementariedad propuesto por Murcia y Jaramillo (2001) quienes plantean hacer uso de diferentes

técnicas para lograr una mayor y mejor aproximación a la realidad estudiada como una articulación respecto a las opciones que nos brinda cada tendencia. Sin embargo se destaca el análisis documental de distintos órdenes para construir sentido y significación, en el desarrollo del marco teórico, la revisión histórica de la disciplina y el proceso de sistematización de la propuesta de aula.

Las actividades que se desarrollan pretenden presentar situaciones en las que se potencializa la necesidad de conocer, se generan preguntas, construcciones explicativas y profundizaciones en aspectos que le permitan a los estudiantes tener una mirada más dinámica e histórica del mundo natural; por ende cada sesión de clase se convierte en un espacio para profundizar en la comprensión del objeto de estudio.

Las actividades se organizan en tres fases diseñadas a partir de algunos conceptos estructurantes; la primera fase llamada **Geografía imaginaria**, contempla las condiciones geográficas; la segunda **Cuentos de los abuelos** pretende la confrontación con saberes ecológicos establecidos; la tercera **A paso de Cangrejo**, el acercamiento al sistema poblacional entendido como el límite de la población y las relaciones que establecen. Estas actividades intentan enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que tengan la necesidad de conocer, así se generan nuevas preguntas que los lleva a construcciones explicativas.

En cada una se adoptan diferentes formas de trabajo: individual y grupal (parejas, equipos o la totalidad de estudiantes por curso), con registros o entregas individuales, con el fin de apoyar la construcción colectiva e igualmente incentivar el sentido de apropiación personal en la elaboración de lo que se está construyendo en torno a la ecología de poblaciones. De manera que se cuente con un registro de cada una de las sesiones, que dé cuenta de las construcciones elaboradas y permita el posterior análisis en la búsqueda de transformar la enseñanza de la ecología de poblaciones.

Se trabajan datos no estructurados obtenidos de las diferentes observaciones, de la interacción entre el profesor investigador y los estudiantes y a partir de un conjunto de categorías de análisis, que implica la interpretación de las significaciones, expresadas a través de descripciones, explicaciones y nuevas formulaciones.

El estudio de poblaciones ecológicas le permite al profesor formular situaciones para percibir los alcances, las discusiones y las enunciaciones de los estudiantes; lo más interesante, mencionan Develay & Ginsburger-Vogel (1986), son las vinculaciones entre observaciones y explicaciones que surgen en el estudio de las poblaciones ecológicas. Una afirmación que fortalece la intención de la propuesta.

En los diferentes estudios desarrollados, como los de Berzal & Barberá (1993), Develay & Ginsburger-Vogel (1986), Terradas (2001), Jiménez (2009) se pueden ver los análisis que se hacen en la escuela alrededor de las poblaciones desde diferentes intereses y visiones. Aquí se toman algunas ideas dominantes en la ecología actual, destacadas por Terradas (2001) y Pisanty (2003), quienes argumentan que la ecología continúa transformándose y que algunos constructos van perdiendo sustento epistemológico. Por ejemplo, del estado de equilibrio al reconocimiento de los estados de no-equilibrio, del ecosistema cerrado al ecosistema abierto, de la homogeneidad a la heterogeneidad, del cambio direccional al cíclico, de la importancia de las perturbaciones a la integración multiescalar, de los procesos deterministas a la introducción de la estocasticidad, de lo unicausal al reconocimiento de la multicausalidad, entre otros. Igualmente, la Asociación Española de Ecología Terrestre (Traveset, A.; Valladares, F.; Vilà, M.; Santamaría, L., 2004) anunció en la conferencia anual del 2004 ante participantes de 25 países, que nuevas líneas de investigación están comenzando a señalar la importancia de generar desde la enseñanza de la ecología una comprensión profunda de otros conceptos, algunos de ellos pueden ser considerados estructurantes en tanto que se hallan en la base de la ciencia y forman el armazón sobre el cual se construyen todos los demás, como equilibrio, energía, diversidad, estocasticidad, ciclo, estructura y materia.

Por lo anterior, se propone que si la dinámica de las poblaciones naturales se aborda desde ideas que se van haciendo dominantes en la ciencia como heterogeneidad, dejando atrás el determinismo unicausal, reconociendo la importancia de las perturbaciones, se puede ofrecer una visión acerca de la complejidad de su naturaleza. Adicionalmente, se tiene en cuenta que la población se aclara por los conceptos que le son asociados más aún cuando se trata de su comportamiento; según Develay & Ginsburger-Vogel (1986), se debe abordar la población a través de sus interacciones con otros conceptos que le van dando significado, espacio y tiempo, especie y reproducción.



Figura 1: Población a través de sus interacciones con otros conceptos. Elaboración propia.

Aun cuando se puede tratar el tiempo, el espacio y los individuos (en ellos presente el potencial reproductivo), las categorías del presente trabajo son más amplias de manera que incluyen estos aspectos. Los diferentes componentes poblacionales abordados tradicionalmente en la escuela son incluidos según se acerquen más a la categoría que se expone, por la facilidad que representa no sólo de lectura sino de escritura y según lo permita el testimonio de los estudiantes. Así mismo dentro de las categorías se van encontrando más

conceptos asociados cada uno complejizando la organización, las interacciones, lo que hace más fina la comprensión.

Se determinaron cuatro categorías desde las cuales se alcanzaron desarrollos significativos en los estudiantes, que dan cuenta de la dinámica de poblaciones y a su vez la configuran en un problema de conocimiento: heterogeneidad, perturbación, estocasticidad y multicausalidad, como las unidades fundamentales que permitirán obtener los criterios para la vinculación lógica y la interpretación de los datos. Desde éstas, buscamos hacer posible un estudio de la dinámica de poblaciones que trascienda el ámbito estadístico, que desde el punto de vista pedagógico y disciplinar se alcancen a ver cuáles son el tipo de operaciones, de relaciones que terminan construyendo los estudiantes, a través de experiencias que muestren una transformación en la organización de sus comprensiones acudiendo a los diferentes aspectos que le dan significado a la población.

El grupo de estudio está compuesto por aproximadamente 22 estudiantes del grado octavo de educación básica secundaria con edades entre los 13 y 15 años y la docente del área de ciencias naturales de la Institución Educativa de carácter público, ubicada en la zona urbana del municipio de Guatavita en Cundinamarca, donde cerca del 50% de la población es rural. Este grupo se ha seleccionado pensando en la continuidad del programa de contenidos de la institución, en el que se establece la ecología de poblaciones como uno de los temas de estudio para octavo grado.

CAPÍTULO 2: CONSTRUYENDO EXPLICACIONES

2. Construyendo Explicaciones

Como se ha mencionado hasta aquí, la ecología parece encontrarse entre antagonismos; por un lado la búsqueda de explicaciones descriptivas desde la biología, por otro, los modelos matemáticos predictivos, y a partir de estos la disputa entre las ideas de equilibrio o desequilibrio, la homogeneidad o la heterogeneidad, el determinismo o lo estocástico, lo intrínseco o lo extrínseco, el individuo o la comunidad. Profundizar teóricamente en la ecología proporciona las pistas desde dónde se construyeron estos antagonismos, permitiendo formular una propuesta que pretende romper con esa doble vía al presentar una posición frente a estas tensiones, en diálogo con una práctica docente concreta.

Para hablar de ecología de poblaciones en la escuela es necesario tener en cuenta cómo se ha constituido como un campo diferenciado de saber que formula una serie de teorías que definen una serie de prácticas y técnicas que han venido transformándose, para ser considerada una disciplina, y cómo el trabajo que se hace en ecología empieza a precisar unos campos de investigación que antes no se concebían.

En el siglo XVIII, el interés sobre lo vivo crecía y se multiplicaron los estudios sobre la naturaleza, así se fueron inaugurando diferentes disciplinas; pero la ecología todavía no era considerada una disciplina particular, era un campo de estudio que surgía ante la necesidad de conocimiento sobre la dinámica de la naturaleza, que llevaría a una nueva visión de cómo tratar problemas de producción agrícola y ganadera, erradicación de plagas, el aumento de la productividad y la lucha contra el agotamiento del suelo y la desertificación, registros demográficos ante epidemias y problemas ambientales; en el marco de la revolución industrial se hacía urgente controlar la explotación de los recursos naturales, prestando mayor atención a las interacciones de los organismos y sus ambientes, investigaciones donde tenían cabida múltiples especialidades que ayudaron a la conformación de la ecología como un área de problemas, autónoma

y diferenciada (McNaughton, S. J. & Wolf, L. L., 1984) y siendo la ecología un área descriptiva en sus inicios, fue separando lo experimental de lo descriptivo, retomando el conocimiento de las diversas exploraciones.

El término ecología originalmente se refirió a una rama de la biología que surgió a fines del siglo XIX; fue acuñado por el naturalista alemán Ernst Haeckel en 1866 con el objetivo de dar cuenta de los estudios de los organismos y su medio físico y biológico. Pero son las publicaciones de escritos ecológicos a inicios del siglo XX en las primeras revistas especializadas que explícitamente incorporaban el término *ecología* para diferenciarse de otras revistas especializadas que hasta finales del siglo XIX presentaban la ecología en revistas de historia natural.

Hay que tener en cuenta que los primeros trabajos ecológicos tenían un carácter teleológico y jerárquico que sostenía la creencia en la unidad de la naturaleza y sus leyes, donde el hombre se reconocía como la más alta expresión de la materia sobre la tierra; la creencia en la existencia y en la naturaleza de una tendencia al desarrollo progresivo; la postulación de que todos los procesos naturales se mueven en una única dirección, desarrollo individual y progresión de especies.

Igualmente, la ecología ha incorporado a su saber algunos aportes dados desde otras perspectivas, como fisiología, etología, epidemiología, geología, química, geografía, demografía humana, matemática, estadística, economía (Margalef, 1986), climatología y física (Deléage, 1993) e incluso, se ha nutrido de áreas aplicadas como pesquería, ingeniería forestal, agricultura y ganadería (Margalef, 1986). Se puede decir que estos estudios fueron apoyados ampliamente en su momento, cuando los resultados respaldaban intereses gubernamentales, (con las evaluaciones demográficas, por ejemplo); algunos de los trabajos pioneros fueron encargos de gobernantes para lidiar con problemas económicos y sociales; sin embargo, se destaca que ante publicaciones que ponían en riesgo las acciones de los gobiernos, algunos estudios fueron desaprobados.

Posteriormente, la ecología fue proyectando las propuestas evolutivas darwinianas¹ a escala de poblaciones. Ya en el transcurso del siglo XX, la ecología fue diversificándose, surge la ecología vegetal (o ecología botánica), la ecología animal (o ecología zoológica), la ecología de agua dulce (o limnología) y la ecología marina (u oceanografía) (Deléage, 1993). La geografía del paisaje se adelantaba siguiendo principios de la ecología vegetal por ser éstos más fáciles de describir, por ejemplo se pueden mencionar los destacados estudios de Alexander von Humboldt. En ecología animal, el principal antecedente fue el trabajo de Wallace (1876) sobre la distribución geográfica de los animales, posteriormente ampliaría su campo de interés al estudio del comportamiento animal, los problemas de alimentación y distribución y la relación predador-presa (Deléage, 1993). La ecología acuática (limnología y oceanografía), por su parte, inauguró los estudios ecológicos preguntándose por las interacciones entre vegetales, animales y el medio; muchas preguntas quedaron sin explicaciones satisfactorias lo cual conllevó a que se derivaran dudas y nuevas preguntas. Se empezó a aceptar y a evaluar cómo los organismos son afectados por el ambiente y así mismo, cómo los organismos influyen en el medio.

La ecología entró en contradicciones con otras especialidades, por ejemplo con la microbiología del siglo XX que mostró el azar en contravía de las creencias, sin

¹ Charles Darwin reunió en su persona las cualidades de biólogo y de explorador. Embarcado en el Beagle (1837), pudo impresionarse viendo la distribución de las especies vivientes en América del Sur y compararla con las europeas. El estudio de la flora y fauna de las islas Galápagos (con sus evidentes endemismos) fue definitiva para la elaboración de su doctrina sobre la evolución de las especies. Darwin, con sus meticulosos estudios, hizo un auténtico trabajo ecológico. Baste recordar su análisis sobre las lombrices de tierra como elementos constitutivos del suelo agrícola o las completas descripciones de la estructura y distribución de los arrecifes coralíferos. Fundó la teoría de la evolución moderna con su concepto del desarrollo de todas las formas de vida con su proceso lento de la selección natural. La Ecología moderna, en parte, empezó con Darwin. Al desarrollar su teoría de la evolución, Darwin enfatizó la adaptación de los organismos a su ambiente a través de la selección natural. Por medio de sus observaciones, se dio cuenta de que el ambiente está en constante cambio. Propuso que los organismos están sujetos a un proceso de variación que conduce a la selección natural de los individuos mejor dotados para sobrevivir y reproducirse ante las nuevas condiciones. La Ecología moderna, realmente tuvo sus principios con el desarrollo de la teoría de la evolución de Darwin. Observó que el ambiente está en constante cambio lo cual provoca que los organismos con mejores adaptaciones sean los que sobreviven por el mecanismo de la selección natural. Resaltando la importancia de la interacción de los organismos con su entorno. (Fundación Azul Ambientalistas, s.a.)

embargo ante la amplia aceptación de la teoría de clímax² de Clements (En Valverde, T.; Cano-Santana, Z.; Meave, J. & Carabias, J., 2005) se debate el azar como un factor incidente en las dinámicas ecológicas. Tansley (1935) discute las ideas de equilibrio preestablecido presentadas por Clements, para Tansley las asociaciones vegetales no convergen necesariamente a estadios preestablecidos sino que llegan a distintos momentos de equilibrio imposibles de predecir (Núñez 2001); una idea que posteriormente van a retomar los exponentes de la estocasticidad como elemento presente en los sistemas naturales. En la medida en que se fueron conociendo más sistemas naturales, surgieron más preguntas entre los investigadores, que llevaron a cuestionar la necesidad de suponer disturbios y modelar situaciones que no podían experimentarse dadas las implicaciones que tenía manipular un ecosistema (Barbour M.T., Gerritsen, J. Snyder, B.D. & Stribling, J.B, 1999) incluso se debate la unidad de estudio.

De manera que en el desarrollo de la ecología, se estudiaron los individuos, su fisiología y comportamiento, las comunidades. Según Deléage (1993), el ecólogo norteamericano Clements³ en 1905 definió a la ecología como la ciencia de las comunidades y tomó a la comunidad vegetal como unidad de estudio, abandonando la indagación sobre los organismos individuales; Charles Elton⁴ (1927) examinó cómo los organismos actúan en su medio; posteriormente se fue instalando la noción de ecosistema como unidad de estudio y como la rama

² Según Clements, quien aseguraba que las comunidades se comportan a la manera de un organismo, la sucesión constituye un proceso de desarrollo similar al que experimenta un ser vivo durante su ciclo de vida: nace, crece y llega a la madurez, a lo largo de fases totalmente predecibles. La última **etapa serial** de este proceso correspondería al estado de máximo desarrollo posible de una comunidad ecológica, al cual Clements dio el nombre de **clímax**. (Valverde, T.; Cano-Santana, Z.; Meave, J. & Carabias, J., 2005: 98)

³ Clements definió la sucesión vegetal como una secuencia de reemplazo de comunidades de plantas, en un proceso unidireccional por el cual las comunidades vegetales convergían en un estado de equilibrio. Clements basaba su marco teórico en las escuelas de fitogeografía alemana. (Núñez, 2001: 30)

⁴ Este zoólogo y naturalista inglés. Estableció los parámetros modernos de las poblaciones y las comunidades en ecología, contribuyendo con estudios sobre especies invasoras. En 1927, Elton publicó el libro *Animal Ecology*. Esta obra destaca los principios importantes de los estudios ecológicos del comportamiento animal y de la historia natural, tales como la cadena alimenticia, el nicho ecológico y el concepto de una pirámide ecológica como un método para representar la estructura de un ecosistema en los términos de las relaciones con el alimento. (Charles Sutherland Elton. (2014, 23 de junio.))

unificadora de los estudios ecológicos, sobre todo a partir de la sistematización energética introducida por Lindeman en 1942.

Whittaker en 1953, analizó los gradientes de las poblaciones vegetales ya que se sugiere estudiar poblaciones; las comunidades no son equiparables con los individuos; la población por el contrario es la suma de las respuestas individuales.

La propuesta de Lindeman (1942) generó dos líneas de investigación contrapuestas: la ecología del ecosistema –que indagaba el intercambio energético–, y la ecología evolutiva –que reconocía en los sistemas naturales las fuerzas evolutivas (Núñez 2001). El biólogo norteamericano Eugene Odum (1953, 1969) buscó tender un puente entre esas alternativas utilizando las sucesiones de organismos para inferir los principios que gobiernan el dinamismo de los sistemas ecológicos. Así propuso una concepción que articuló los procesos de energía con el crecimiento poblacional.

Las constantes contradicciones, fueron alejando a los ecólogos de la clásica concepción de la naturaleza, para acercarse a otras ciencias naturales que a la par iban adquiriendo reconocimiento y en la medida que los estudios se multiplicaron se propusieron situaciones más complejas que llevaron al cambio teórico que redundó en un cambio de carácter disciplinar.

El desarrollo tecnológico de mediados del siglo XX brindó nuevas estrategias de investigación con los correspondientes avances en el entramado teórico de la disciplina (Brown, 1991). Esto generó una matematización creciente de las investigaciones ecológicas, los preceptos que se forjan desde los años cincuenta se fueron abandonando, y la descripción como modo de investigación es considerada insuficiente para la comprensión de la dinámica ecológica.

Así, se inicia la modelización de los sistemas naturales, anteceditos por los estudios estadísticos de Pearl (1927), quien desarrolló curvas de crecimiento de poblaciones; así como en las ecuaciones del demógrafo norteamericano Lotka y

del físico italiano Volterra (Ecuaciones Lotka–Volterra, 2014), que modelaron procesos de competencia y predación en los primeros años del siglo XX. En los años treinta ya se encuentran análisis de las fluctuaciones en las poblaciones y su correspondiente modelización matemática (Cushing, 1977). Sin embargo el auge de estos estudios se reconoce a partir de los años cincuenta, cuando se incorpora el análisis poblacional estadístico en las diferentes especialidades existentes. Siguiendo esta concepción estadística Andrewartha y Birch plantearon en 1954 que la ecología era el estudio de la distribución y abundancia de los organismos. Para la época, se veía la ecología como la búsqueda de patrones relacionales a través de regularidades estadísticas que ofrecieran explicaciones causales de la naturaleza.

Así se podrían revisar los aportes de cada una de las especialidades, sin embargo como el tema central es la ecología de poblaciones, a continuación, se centra la atención en ella.

2.1. De la especie a la población

En la construcción de la ecología como disciplina, como se ha presentado, se evidencia la complejidad de los sistemas biológicos, haciéndose muy difícil plantear generalizaciones en las explicaciones que se han tratado de dar en la comprensión de estos sistemas, de manera que con cada nueva propuesta se consiguió una desconcertante variedad de fenómenos que fueron ramificando el estudio hacia diferentes intereses.

Así, especie y población, despiertan interés como unidades de estudio, visto en el desarrollo de la modelización de sistemas, la defensa de la competencia como factor determinante en los ecosistemas, estudios de crecimiento poblacional, predicciones ante la escases de recursos; los debates que se abren en torno a ellos son una clara muestra de la importancia de ambos conceptos para la biología, pues están relacionados con numerosas ramas que reúne la ecología en la búsqueda de explicaciones alternativas.

Mayr (2006) indica que no hay en biología otro problema sobre el que más se haya escrito y en el que menos unanimidad haya que en el concepto de especie. Como muestra de las dificultades de dicho concepto, varios autores han recopilado diversas definiciones, la idea *especie* está formada por un conjunto de conceptos, aplicando el más adecuado según la necesidad y el grupo de organismos.

Sin embargo, se pueden cometer errores al utilizarlo, porque dentro de una misma especie se pueden encontrar diferencias causadas por el sexo, la edad, la estación o la variación genética ordinaria, diferencias que pueden ser mayores entre los miembros de la misma población que las que haya entre miembros de especies distintas reconocidas como válidas.

Las especies se han interpretado como una invención de taxónomos o filósofos de la biología, lo que contribuye a mantener el problema del concepto (Berzal de

Pedrazzini, M. & Barberá, O., 1993). Nombrar las plantas y los animales ha sido una práctica de las diferentes civilizaciones, incluso representarlas, sobre todo aquellas que les resultaban útiles o que podían ser peligrosas, por ejemplo, Mayr encontró que una comunidad de cazadores de Nueva Guinea, con cultura de la Edad de Piedra, tenían 136 nombres vernáculos distintos para designar a 137 especies de aves de la región. No es coincidencia que estos hombres primitivos hayan llegado a la misma conclusión que los taxonomistas del Museo de Harvard, sino que ambos grupos de observadores reconocían las mismas discontinuidades, objetivas de la naturaleza (Mayr, 1963).

Lo anterior, permite hablar de una unidad, pero no resuelve la discusión, se acerca al pensamiento tipológico o esencialismo que permaneció hasta el siglo XIX y que fue introducido en la filosofía por Platón⁵ y los pitagóricos; allí se postulaba que los seres vivos habían sido creados al principio del tiempo y habían adquirido sus características desde ese momento, y ya nunca más podrían cambiar; es decir, eran especies inmutables.

La mayor debilidad de este concepto tipológico de especie es que no logra explicar las especies discretas en aislamiento reproductivo en la naturaleza, pues las definiciones morfológicas de especie son meramente artificiales (Mayr, 2006). El concepto de especie biológica tiene una larga historia, por ejemplo, Berzal de Pedrazzini, M. & Barberá, O. (1993) plantean que en el pensamiento de Aristóteles lo que realmente tienen en común todos los individuos que constituyen una especie, además del término que los describe, es la posibilidad de procrear individuos semejantes a ellos.

⁵ Platón y Aristóteles fueron los más importantes exponentes de la tradición filosófica occidental hasta los siglos XIV y XV, y ellos moldearon el pensamiento europeo. Platón, con su Teoría de las ideas, y Aristóteles, su discípulo, y en cierta manera continuador de la tradición, formularon una teoría del mundo, que influyó sobre la manera de explicar el mundo natural. Hubo que esperar unos 2000 años (siglos XV a XVII), para que comenzaran a formularse teorías científicas que no dependieran del pensamiento clásico griego. Platón (428-347 A.C.-) – El Esencialismo. El biólogo y sistemático Ernst Mayr, uno de los proponentes de la Teoría Sintética de la Evolución arguye en múltiples trabajos (1982), que fue la filosofía de Platón, en particular su teoría de las ideas, marcó la investigación biológica hasta el siglo XIX.

En el siglo XVII John Ray⁶ definió la especie en el primer volumen de su obra *Historia generalis plantarum* (1682), como: “una totalidad de organismos similares que proceden de la misma semilla, se reproducen entre sí y tienen descendencia que asemeja a sus padres” (Citado por: Barona, J. & Gómez, X. 1998: 22); Ray quien realiza agrupaciones de organismos similares es de los primeros en plantear un acercamiento a las poblaciones.

En el siglo XVIII el Conde de Buffon⁷, niega cualquier categoría sistemática de la naturaleza, niega las agrupaciones de organismos, afirmando como únicos los individuos, pero llega a adoptar la propuesta de Ray en su estudio y descripción animal, hasta llegar a la idea de grupo bajo el criterio de cruzamiento.

Sin embargo, Buffon al intentar aplicar su concepto de especie a las plantas se encontró con dificultades y llegó a negar la existencia de la especie como categoría natural. K. Jordan o E. Stresemann no abandonaron la idea de las especies como unidades biológicas reales, junto a E. Poulton, B. Rensch y T. Dobzhansky contribuyeron a la elaboración del concepto biológico de especie, aunque fue la sencilla definición de Mayr la que propició su aceptación: “grupos de poblaciones naturales que se reproducen en forma cruzada y que se hallan reproductivamente (genéticamente) aisladas de otros grupos semejantes” (Mayr, 2006: 15).

Entonces la población debe ser la unidad de estudio, el problema se podrá superar cuando se deje de utilizar el término especie para representar dos conceptos muy diferentes, por un lado un nivel taxonómico y por otro las poblaciones que se

6 Naturalista inglés, a veces llamado el padre de la historia natural británica. Ray creía que el número de especies del mundo estaba fijo desde la creación del mundo y nunca concibió la posibilidad de una cierta evolución. (John Ray, 2014)

7 Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (Montbard, 7 de septiembre de 1707 – París, 16 de abril de 1788) fue un naturalista, botánico, matemático, biólogo, cosmólogo y escritor francés. Si bien Buffon especula sobre la posibilidad de un tipo original de donde habrían descendido el resto de los animales mediante transformaciones morfológicas, finalmente rechaza esta hipótesis basándose en la constancia de las especies y la infertilidad de los híbridos. La tesis de que Buffon era un evolucionista convencido que corrigió sus opiniones por miedo a la Iglesia, no es aceptada ya por ninguno de los expertos en la obra de Buffon. (Georges Louis Leclerc, 2014)

distribuyen en el espacio y en el tiempo y que constituyen unidades definidas en la naturaleza; dualidad que expone Mayr (2006), como eje central del problema y que tiene como trasfondo la permanencia de la visión tipológica. El concepto de población también es esencial para el desarrollo de la ecología (Margalef, 1986).

2.2. La población

Como se ha mencionado, el esencialismo forjó una barrera para comprender la naturaleza; la descripción de la diversidad viviente aportada por el esencialismo fue rechazada y en su lugar, se introdujo el pensamiento poblacional; considerar la población como unidad de estudio de lo vivo. Este paso no fue inmediato, en una situación particular que señala Mayr (2006) se afirma que el esencialismo estaba tan arraigado que el propio Darwin recaía en el pensamiento tipológico, dificultando concretar sus ideas evolutivas de selección natural.

La primera idea de la dinámica de poblaciones se le asigna a Fibonacci⁸, por los estudios que realizó sobre el crecimiento de poblaciones de conejos y que tiempo después aportaron a la formulación de las llamadas series de Fibonacci. Sin embargo, sólo hasta 1677 se realiza el primer estudio observacional conocido de una población animal, cuando Leeuwenhoek, definió un método para cuantificar el aumento de *animáculos* en una gota de agua.

Según Acot (1990) en el siglo XVIII Linneo mostró las relaciones entre los seres vivos y el medio para explicar las distribuciones y el equilibrio entre ellos; estudio que sirvió de base para explicar las poblaciones naturales, aunque en ellas se resaltaba la disposición a manifestar los designios de Dios. En ese mismo siglo, la problemática de la población humana se abordó, casi exclusivamente, desde los puntos de vista económico y político (Berzal de Pedrazzini, M. & Barberá, O., 1993), siendo Thomas R. Malthus uno de los autores más representativos no solo de la época, sino también para la futura ecología de poblaciones. Su obra *An Essay on the Principle of Population* (original 1798/ versión en español, 2000) una de las lecturas determinantes para el desarrollo de la demografía y posteriormente para la teoría de la evolución por selección natural de Darwin.

⁸ Leonardo de Pisa, Leonardo Pisano o Leonardo Bigollo (c. 1170 - 1250), también llamado Fibonacci.

El paradigma malthusiano fue un modelo para los estudios demográficos, tanto de humanos como de otros animales, a lo largo de más de un siglo. La primera expresión matemática de este modelo, cuya representación gráfica equivale a una curva logística, la propuso P. F. Verhulst en 1838, aunque fue ignorada y posteriormente redescubierta por Raymond Pearl en 1920 (Citado por: Deléage, 1993).

La *providencia divina* empezó a dejar vacíos en las explicaciones, de modo que éstas se fueron reemplazando por fuerzas antagónicas propias de la naturaleza, desde esta visión, Lyell presentó en sus escritos la manera como los equilibrios de la naturaleza son el resultado de sus fuerzas antagónicas. Ante una hipotética situación en la que un elevado número de osos polares alcanzara la costa norte de Islandia, dice Lyell: “*los pájaros acuáticos cuyos huevos y crías servían de alimento a los zorros, verían aumentar su población al matar los osos cierto número de zorros; mientras que los peces, que servían de alimento a los pájaros acuáticos, verían cómo se reducía su población*”. (Citado por: Jiménez Tejada, 2009: 26)

Más adelante, a finales del siglo XIX se hacen estudios dinámicos de poblaciones vegetales observando la importancia de factores bióticos y abióticos en los cambios de las mismas.

A raíz de los problemas sociales (epidemias y escasez de alimentos) surgidos tras la I Guerra Mundial, se planteó la necesidad de gestionar las acciones de contingencia desde un punto de vista práctico, por lo que predominaron los trabajos que tratan las relaciones depredador-presa, y es a partir de entonces que las matemáticas invaden la ecología. Mediante las necesidades impuestas, cuando se comienzan a realizar estudios cuantitativos en las poblaciones, se presentaron, según Acot (1990), grandes dificultades porque se debían elegir las zonas de muestreo, pero para ello hacía falta conocer la distribución de las especies y su abundancia. En esta época se desarrollaron modelos matemáticos como los de Lotka y Volterra publicados en 1925 y 1926, respectivamente. En

1927 Charles Elton publica su *Animal ecology*, la primera obra en la que se tienen en cuenta la importancia numérica en las poblaciones, aunque según Degéale (1993) los estudios son muy modestos en lo referente a la cuantificación

En la primera mitad del siglo XX se da un gran avance en el estudio de la ecología de poblaciones, se incluyen sistemáticamente los factores ambientales, pero no hay consenso en la importancia que se le atribuyen a los factores bióticos y ambientales en la dinámica de poblaciones que se consideraban diferentes según los investigadores de la época. Según Núñez (2001) algunos le dan mayor relevancia a las relaciones entre organismos vivos que a los factores abióticos, mientras que otros como Andrewartha y Birch (1954) llaman la atención sobre la importancia de los factores abióticos y es en 1957 que se presentan estudios que intentan una integración de las dos posiciones; adicionalmente, en la década de 1960 se considera la influencia de los factores genéticos en la regulación de las poblaciones.

En lo que sí hubo consenso fue en reconocer la importancia del concepto de población para la biología. Una de las definiciones más difundidas en numerosos libros de ecología es “grupo de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un tiempo determinado” (Jiménez, 2009: 28), pero Krebs (1986) cuestiona esta definición por su ambigüedad en lo referente al lugar y fue precisamente un aspecto que generó discusiones y controversia en ecología. Se definió el lugar como “los límites naturales en la distribución de las especies” (Jiménez, 2009: 28). Huffaker et al. (1999. Citado por: Jiménez, 2009: 28), es mucho más específico definiendo el lugar como un “área natural de suficiente tamaño para que la reproducción y supervivencia mantengan la población por muchas generaciones, y permitan la dispersión y los comportamientos migratorios”.

2.3. Más allá de un grupo

En la actualidad los estudios de las poblaciones naturales se ocupan de la estructura y la dinámica de las mismas, esto es, la densidad, la distribución, abundancia, proporciones de edades, sexos; pero la pregunta central se orienta a por qué estos datos de la población cambian con el tiempo, cuáles son las condiciones bajo las que una población fluctúa, encontrándose que diversos mecanismos ecológicos son responsables de dichas fluctuaciones.

Para Huffaker, Berryman & Turchin (1999), la dinámica de poblaciones es el estudio de cómo y por qué cambian las cifras de población en el tiempo y en el espacio. Por lo tanto, en dinámica de población documentan los patrones y los mecanismos que explican dichos patrones.

La historia de ecología de la población muestra conceptos tales como: densidad, respuesta funcional, tasa de crecimiento, proporción de edades, población dependiente; conceptualizaciones que llegaron a ser muy útiles para hacer la transición de las explicaciones de base individual hacia la dinámica de la población y que se han continuado usando.

Los principios cuantitativos de la dinámica poblacional, que ya habían sido expuestos por Malthus (2000), empezaron a considerarse en diferentes contextos, se le dio importancia a la comprensión de las características cuantitativas de poblaciones, por ejemplo predecir la densidad de una población de peces bajo diferentes planes de gestión en el rendimiento de los cultivos y la pesca. Así, se generó interés en conocer la velocidad a la que una población cambia su densidad y las respuestas a la presión a la que se viera sometida.

La unidad de análisis es la *población*, un concepto que como ya se mencionó, resulta complicado. Si bien, se puede entender la población simplemente como una colección de individuos, la idea de población es considerablemente más

compleja teniendo en cuenta los contextos aplicados o teóricos anteriormente enunciados.

Huffaker, Berryman & Turchin (1999) afirman que lo fascinante de la dinámica de poblaciones es su complejidad, los límites, el caos. Y es realmente interesante en la medida en que surgen preguntas ante la variación en el número de individuos, aparecen y desaparecen explosiones demográficas, plagas, irregularidades. Preguntas que para muchos no han tenido respuestas satisfactorias, al ser generales y no definitivas; se han preferido respuestas tentativas, que llevan a pensar en una razón más profunda para el estudio de las poblaciones naturales, las causas de su dinámica, y con éstas llegar a la comprensión de la ecología de poblaciones. Por ejemplo, para saber sobre una especie de peces se debe conocer además del número de éstos en la población, también su distribución en el espacio y sus movimientos, el tamaño del lugar que ocupa, el ciclo de vida, hábitos alimenticios, incluso el esfuerzo reproductivo; mucho más importante que simplemente su abundancia numérica.

El factor tiempo ha estado en el centro de la ecología de poblaciones, desde los orígenes de la disciplina, en los estudios de los ya mencionados teóricos Charles Elton, Alfred Lotka, Vito Volterra, y A.J Nicholson. El estudio de las oscilaciones de población comienza con la obra de Elton sobre las fluctuaciones periódicas en el número de animales, sus causas y efectos explicados por las variaciones climáticas; simultáneamente, el estudio matemático de las oscilaciones de población ya comenzaba con el trabajo de Volterra, quien da a conocer la importancia de incluir causas endógenas, algo que resulta nuevo e inesperado.

Turchin (2001) describe enfoques que se basan en una incorporación explícita de estocasticidad y de evaluaciones de densidad de población y no tanto en la dinámica en la que las poblaciones responden en gran medida a las perturbaciones, aunque él mismo no deja de considerar dichas perturbaciones como importantes. Se han dado avances significativos en la comprensión de la

población al combinar los métodos, con enfoques desde la comprensión del no equilibrio, la diversidad dentro del grupo y la estocasticidad.

2.3.1. Perturbación: El *no-equilibrio* como parte de la dinámica

El concepto de equilibrio ha jugado un rol fundamental en el desarrollo de la ecología; Fariña, Castilla y Camus (1997) afirman que el uso que se ha dado al concepto ha sido de gran influencia en el desarrollo de los distintos enfoques en la ecología de comunidades. Según este trabajo, Forbes y Möbius⁹, naturalistas precursores de la ecología, formularon las primeras ideas de equilibrio en el siglo XIX, Entrado el siglo XX, Shelford, Clements y Adams¹⁰ introducen la idea de balance de la naturaleza, estas dos ideas influyeron en el desarrollo de la disciplina. Hacia los años 60 y 70 del siglo XX, el concepto fue incorporado en los principales cuerpos teóricos desarrollados en esa época, incluso parte de las controversias generadas hasta hoy se refieren a la existencia o no de equilibrio en la naturaleza, y a las escalas de tiempo y espacio relevantes para detectarlo.

Fariña, Castilla y Camus (1997) sostienen que la problemática de equilibrio y no-equilibrio en ecología se ha abordado en el estudio de las comunidades con dos enfoques distintos; por un lado, a través del estudio de las dinámicas temporales, analizando la existencia o no existencia de estados de equilibrio asociados a características como estabilidad, persistencia y elasticidad¹¹ de los sistemas. Y por otra parte, el estudio de la naturaleza de los factores involucrados en la regulación de la dinámica de estos sistemas, donde se asocia la noción de equilibrio con la

⁹ K. Möbius en torno a estudios con ostras y a las interacciones de ellas con el conjunto de especies presentes, acuña el término *biocenosis* (Die Auster und die Austernwirtschaft, 1877).

¹⁰ Henry Chandler Cowles habla por primera vez de *sucesiones vegetales* (The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan, 1899). Clements realiza importantes aportes en cuanto a teorías, pedagogía, métodos y técnicas de investigación en ecología; inventa o adapta numerosos aparatos para medir variables climáticas (Research methods in ecology, 1905) e incorpora el uso de los cuadrantes en el muestreo, posibilitando análisis estadísticos. Sienta las bases sobre la homeóstasis de los ecosistemas (The development and structure of vegetation, 1904) y los estados clímax (Plant succession, 1916). Al amparo de los descubrimientos de la ecología vegetal surge la ecología animal. Uno de los primeros trabajos fue el de Charles Chase Adams (The postglacial dispersal of american biota, 1905). Igual ocurrió con el de Victor E. Shelford (Preliminary note on the distribution of the Tigre Beetles –Cicindela- and its relation to plant succession, 1907).

¹¹ Elasticidad tomada como la abundancia de las especies en sistemas estocásticos

preponderancia de interacciones bióticas, y la de no-equilibrio con la de perturbaciones abióticas.

Así, las primeras nociones de equilibrio y no equilibrio se relacionaron con la persistencia de las especies por el balance entre fuerzas opuestas de la naturaleza.¹² Son los ecólogos vegetales quienes introducen la idea que las comunidades de vegetales no son estáticas o están en equilibrio, sino que más bien existe una lucha constante dentro y entre ellas. Warming ,en 1895, afirmó que cualquier equilibrio es perturbado por cambios en los factores físicos, cambios inducidos por los animales, luchas entre las plantas o desastres naturales (Citado por: Fariña, Castilla y Camus, 1997). Y es con base en el reconocimiento de los factores externos de las comunidades, tales como las perturbaciones, que se empezó a explicar su dinámica. Esto se entendió como la situación en la cual las especies se ven afectadas por los agentes ambientales; por ello, se consideró que las poblaciones pueden ser gobernadas en mayor grado por efectos independientes de la densidad (Wiens 1984. En Fariña, Castilla y Camus, 1997).

En cierta manera esto llevó a evaluar el grado de dependencia entre las especies de una comunidad, dando énfasis en aquellos factores que afectan su relación con los demás componentes de la comunidad. Bajo estas premisas, puede presentarse que toda especie sea igual en sus habilidades competitivas y de resistencia a los *ataques* ambientales y que sea entonces dependiente de la densidad o del tamaño poblacional o que la habilidad y la resistencia sean superadas continuamente de manera que los patrones de estructura y dinámica ecológica puedan ser atribuidos a procesos de perturbación.

Pensar en estados de no equilibrio y la importancia de su reconocimiento, lleva a cuestionarse por la manera en que se pueden presentar las situaciones de

¹² (Egerton 1973). Darwin (1859), en su descripción de la lucha por la existencia, menciona que existe un alto potencial reproductivo en las especies, el cual es constantemente frenado por los factores de mortalidad natural.

equilibrio y no-equilibrio, excluyentes una de la otra o simultáneamente. Con ello se llega a la idea de la existencia de un *continuo* de situaciones posibles.

Finalmente, Sousa (1979) respalda y expande la importancia de las perturbaciones en la naturaleza, demuestra con ello que es posible la permanencia de las especies gracias a la acción de agentes perturbadores que al generar condiciones de no-equilibrio en las poblaciones evitan las reducciones periódicas en los tamaños poblacionales, altas tasas de mortalidad y la competencia. Este modelo indica que tanto la depredación, considerada como un tipo de perturbación, como la competencia, o la productividad, pueden contribuir a la estructuración del patrón de la dinámica ecológica.

Estudios realizados en las décadas de los setenta y ochenta del siglo XX abrieron las posibilidades de introducir nuevas observaciones y modelos explicativos en términos de equilibrio y no-equilibrio, diferentes visiones de las poblaciones, y del rol de las escalas temporales y espaciales, destacando la importancia de incorporar los factores físicos y las perturbaciones en los intereses de la ecología.

2.3.2. Heterogeneidad: Iguales pero no idénticos

Como se ha mencionado, el espacio ocupado por la población empezó a considerarse como un elemento clave en el desarrollo del concepto y los modelos de ecología de poblaciones.

Las implicaciones de la estructura espacial y la dinámica que se presenta en relación con ella han sido ampliamente reconocidas por la biología de poblaciones (Hanski, 1982). La atención de los ecólogos se centró en los modelos que permitían explicar la influencia de la ubicación espacial de los individuos, las poblaciones y las comunidades sobre su dinámica, bajo la idea central del espacio como incidente en las interacciones ecológicas que afectan entre otros, la natalidad, la mortalidad, la distribución. Actualmente la destrucción de los hábitats

ha dado mayor relevancia a los estudios espaciales. Por ejemplo, para la conservación de una especie de nutria, el estudio debe mostrar las condiciones del hábitat, la calidad del agua, causas heterogéneas, presencia de pozos, rápidos, rocas, sedimentos, asoleaderos, sitios de madrigueras, diversidad y abundancia de alimento.

En la actualidad se investigan, además de la localización de poblaciones, los rangos de movimientos (Hanski, 1982); se da una amplia discusión entre las condiciones del espacio, que éste sea uniforme, con dinámicas de población sin ningún tipo de heterogeneidad ambiental y por otra parte, se hacen descripciones de ambientes que resultan muy complejos por la competencia por recursos en ellos y movimiento de individuos, incluyéndose explícitamente la heterogeneidad espacial como factor modelador de la dinámica.

Kadmon (2004) publica un estudio sobre la respuesta de una población vegetal desértica a los cambios naturales y experimentales de la cantidad de lluvia anual; muestra que las oscilaciones en la precipitación afectan a la dinámica de la población al influir en la germinación y el número de semillas producidas por cada planta germinada, un efecto mayor o menor va a depender de las condiciones del hábitat. En un hábitat heterogéneo, las subpoblaciones que habitan los diferentes espacios fluctúan en densidad y así mismo, la producción de semillas es determinada por la distribución de plantas en los diferentes hábitats; así, al tomar en cuenta factores como el número y los tipos de hábitats disponibles, la superficie relativa que ocupan y la distribución de los individuos entre los hábitats puede ser importante para explicar los patrones observados en la dinámica de poblaciones.

Aquí se refiere a la heterogeneidad sin llegar necesariamente a la fragmentación de hábitats, que provocaría consecuencias como distribución espacial de las especies, poblaciones inestables y discontinuas, complejas interacciones, migración, dispersión; tanto la heterogeneidad ambiental como las *habilidades* de la especie influyen sobre la dinámica de la población. Si no hay ambientes naturalmente heterogéneos, esto es, con características distintas que proveen

diversos elementos que permiten mantener las poblaciones, (Sánchez y Rojas 2007), no se podría determinar la permanencia de las especies. En términos de la distribución de recursos, en un ecosistema están discontinuos, en forma de mosaico y las especies se organizan y se mueven en relación a éstos. La habilidad de un individuo para suplir sus requerimientos depende de su biología y de su comportamiento y para cada uno existe un umbral crítico de las condiciones ambientales.

Retomando la visión del pensamiento poblacional desarrollado por Mayr, los cambios no se producen en el individuo sino en las poblaciones, dentro de ellas debe existir la heterogeneidad necesaria para que la selección natural pueda darse. Estas ideas se impusieron en la comunidad científica en los años treinta del siglo XX. Jiménez (2009), en su tesis doctoral, expone que para entender cómo ocurre la evolución mediante selección natural es necesario tener desarrollado un pensamiento poblacional asociado a la variabilidad intraespecífica; a pesar de observar la variabilidad, por ejemplo en nosotros y en especies próximas a nosotros como los gatos o los perros, la comprensión de la heterogeneidad parece ser un amplio tema a abordar.

Para acercar este término de *heterogeneidad* a los estudiantes, tal vez sea más fácil considerarlo dentro de una población de una misma especie, ya que así se pueden encontrar diferencias causadas por el sexo, la edad, y la variación genética. Se ha asumido en genética, en evolución, en la propia ecología, que determinados individuos dentro de una población, tienen características físicas y de comportamiento, que los hacen tener mayores posibilidades de supervivencia y tener descendencia, respecto a otros con características menos beneficiosas. En términos de Tamayo (2004), en la especie se supone la existencia de variabilidad y supervivencia diferencial.

Se ha presentado la heterogeneidad como ambiental y poblacional, y en ella se da un punto de encuentro entre los tres elementos que se exponen como fundamentales para la comprensión de la dinámica de poblaciones; por ejemplo, las

condiciones de no-equilibrio generadas a partir de perturbaciones ambientales, la formación de parches, las relaciones entre individuos que pueden cambiar a lo largo del tiempo, respuestas no determinísticas y las numerosas causas que generan variabilidad en dichas respuestas, en abundancia, en distribución, en condiciones de supervivencia, factores estructuradores de la población. Al comparar el efecto de la heterogeneidad ambiental y heterogeneidad demográfica en la contribución a la tasa de crecimiento poblacional se concluye que las poblaciones deben tener varios miles de amortiguadores dados por la heterogeneidad.

2.3.3. Estocasticidad: El Pensamiento Probabilístico

Otro de los debates abiertos en ecología es el carácter determinístico de los sistemas, uno de los principales debates del siglo XIX, los precursores del evolucionismo intuían que no había ningún tipo de predeterminismo en la gran variedad de especies vivientes existentes, sino progresivas adaptaciones ambientales.

Las perturbaciones permiten definir los escenarios determinísticos y estocásticos. En ese sentido, el determinismo veía en las perturbaciones, fuerzas que actúan desequilibrando el sistema; para los estocásticos son factores de cambio que, dependiendo de la sensibilidad o grado de respuesta de las especies al cambio, pueden modelar la dinámica o comportamiento temporal de una comunidad. Turchin (2001) ve los ecosistemas como escenarios estocásticos porque en éstos es posible encontrar situaciones de acoplamiento en las que la dinámica de los componentes del sistema está dada por la dinámica temporal de las perturbaciones.

Al incluirse estas consideraciones en el desarrollo de la ecología, se producen nuevas conceptualizaciones: la estabilidad y la persistencia se empiezan a medir según el rango de variabilidad para los estados del sistema. La estabilidad

depende de la abundancia de las especies y el tiempo en que dicho rango se mantiene, corresponde a la persistencia (Turchin, 2001). Aceptándose la estocasticidad, la estabilidad y la persistencia de una población dependería de la sensibilidad de su tasa de crecimiento, de las fluctuaciones ambientales y de la capacidad de amortiguación a través de mecanismos biológicos a estas fluctuaciones.

Pero el determinismo se mantiene presente, como parte del pensamiento tipológico, se cree que la naturaleza sigue una finalidad y no produce nada al azar, es decir, que todos los procesos tienden a un fin (Guthrie. En Núñez 2001), todo está establecido desde su concepción. Igualmente, siguiendo a Aristóteles se asume la noción de cambio como progreso hacia un final preestablecido en un mundo ordenado jerárquicamente, tal como lo describe en la *Historia de los animales* (Cresswell, 1862). Bajo estas ideas, se plantean concepciones deterministas, dado que en ese momento facilitaban la comprensión de la naturaleza y esta tendencia a introducir destinos no fue exclusiva de la ecología, también se presentó en otras disciplinas que se desarrollaban en la época.

En la escuela, el pensamiento tipológico ha permanecido y es más común de lo que se cree. Jiménez (2009), afirma que el ver los procesos de manera individual, es decir que los cambios ocurren en un ser vivo, es una preconcepción muy frecuente entre los estudiantes. Estas concepciones conllevan a un pensamiento antropocéntrico, pues se les atribuye a los organismos la posibilidad de poder realizar esfuerzos conscientes para solventar problemas o necesidades y poder así sobrevivir, destacándose la ausencia del pensamiento probabilístico.

La probabilidad es posterior, incluso el desarrollo de los modelos matemáticos se dio en un escenario determinista que permitía el análisis de los sistemas y la comprensión de sus alcances hacia respuestas esperadas. Es en la década de los 60 del siglo XX, a partir de los trabajos de Lotka (1925) y Volterra (1926) que se retoma el cambio de visión de lo estático hacia lo histórico-evolutivo, lo que

permite la transformación de la ecología de una ciencia descriptiva a una ciencia cuantitativa (Deléage, 1993).

Las abundancias de depredadores y presas se presentan como oscilaciones perpetuas no amortiguadas en el tiempo. Si al modelo se le agregan condiciones que introduzcan la autorregulación a las abundancias del depredador y a las de la presa, las curvas de depredador-presa pueden tender hacia la estabilidad, un cambio pequeño puede causar una variación en el resultado de las interacciones de las especies.

El sistema está dado por una combinación de perturbaciones aleatorias y por el nivel de respuesta de éste a la perturbación, con la posibilidad de numerosas respuestas así como el ensamble entre estas formando numerosas probabilidades que mantienen o recuperan la estabilidad.

Ante la destrucción de hábitat y disminución de especies aumentan los análisis de viabilidad de las poblaciones, por ello se reconocen los procesos estocásticos para la persistencia de las especies, por ejemplo algunas poblaciones muy pequeñas no logran amortiguar una perturbación, mientras que poblaciones numerosas tienen respuestas diferentes, éstas últimas son más viables porque en la diversidad de respuestas hallan la manera de soportar una presión ambiental. Las respuestas pueden ser morir, sobrevivir, modificarse, migrar, siendo la heterogeneidad la que brinda la probabilidad de amortiguar el cambio como población frente a la presión. No obstante, hay quienes afirman que ante catástrofes naturales, el tamaño poblacional o la variabilidad, pueden no ser suficientes para la viabilidad de la población; como se mencionó antes este fue un aspecto relevante en los debates sobre *no equilibrio*.

Intentando dar relevancia al juego que se produce por la diversidad de respuesta ante una variación de las condiciones de vida, se encuentra que en 1859, Darwin en su descripción de la lucha por la existencia, menciona que existe un alto potencial reproductivo en las especies, pero es constantemente frenado por los

factores de mortalidad natural. Möbius indica que "cada área de una biocenosis soporta una cierta cantidad de vida representada por un número de individuos y ante condiciones favorables del medio se puede producir un número excesivo de crías, pero dado que el espacio y la comida son limitados, la suma de los individuos, rápidamente retornará a su promedio anterior" (Citado por: Fariña, J.; Castilla, J. & Camus, P., 1997: 2). De esta forma, la disminución de la abundancia de una especie es compensada por el aumento en la abundancia de otras.

Para Lewontin, la inestabilidad es muy inquietante dado que las predicciones de los modelos ecológicos son muy sensibles a los supuestos, y por lo tanto "sin demostrar previamente que estas inestabilidades son la excepción en la naturaleza se hace muy difícil desarrollar una teoría ecológica predictiva" (Citado por: Hanski, 1982: 215). El problema con los modelos que reconocen la existencia de uno o varios puntos de equilibrio determinables matemáticamente, como el de Lotka y Volterra, es que a menudo sus predicciones no pueden ser contrastadas en las escalas espaciales y temporales en que normalmente se desarrollan los estudios. Igualmente, en el modelo de crecimiento poblacional logístico determinista, el punto de equilibrio predicho no considera ni describe las dinámicas no determinísticas que se dan en las poblaciones, creando la necesidad de definir escenarios y modelos no determinísticos que permitan su aplicación en las distintas escalas espaciales y temporales de análisis (DeAngelis & Waterhouse, 1987).

La adopción de un marco de referencia estocástico brindaría mayor confiabilidad a los modelos al considerar la posible interacción de las fluctuaciones del ambiente con las dinámicas poblacionales (Turchin, 2001). De esta forma se pueden acoplar aquellos factores deterministas de los componentes poblacionales con la estocasticidad que puede afectarla.

2.3.4. Multicausalidad: Viabilidad de las poblaciones

En los apartados anteriores se expusieron elementos que se consideran fundamentales para la comprensión de la dinámica de poblaciones naturales, la heterogeneidad tanto espacial como dentro de una población, reconociendo el papel de las perturbaciones y las diferencias en la capacidad de la especie para amortiguarlas, dándose así diferentes probabilidades de estabilidad y permanencia en ellas.

Para llegar a estas ideas se elaboraron modelos de la dinámica de poblaciones acordes con la organización, el nivel científico y tecnológico y el pensamiento predominantes en cada época. Inicialmente las explicaciones tenían el poder de Dios como causa, todo lo que ocurría representa la voluntad divina, por ejemplo la presencia de plagas era considerada un castigo. Posteriormente ante diferentes cuestionamientos y la búsqueda de control de plagas y mejoramiento en la producción agrícola, se ven los factores externos o ambientales como causa de las variaciones en las especies; se realizaron estudios donde se buscaba la causa de la oscilación en la estabilidad y permanencia. Se dio paso a la investigación de por qué la misma causa no produce siempre el mismo efecto lo cual creó la necesidad de comprender la relación con otros factores; esto se desarrolló en la segunda mitad del siglo XIX y a principios del XX, con el desarrollo de la epidemiología.

Los epidemiólogos, pioneros en definir causas y efectos al buscar diagnósticos y posibles mecanismos de prevención de contagios, se refirieron a la causa como un evento que antecede las condiciones necesarias para la ocurrencia de la enfermedad. En general, se ha tratado la idea de causa como algo que trae consigo un efecto o un resultado, así la relación causal ha sido considerada como la relación entre dos eventos, en la cual se observa la cualidad de uno que sigue a la alteración del otro. Las causas ocasionan un efecto.

Según Susser (1991), la causalidad describe la propiedad de ser causal, la presencia de la causa, o de las ideas sobre la naturaleza en relaciones de la causa y el efecto. Ésta puede causar la relación para provocar la producción de uno o más efectos.

Pero en el transcurso del desarrollo de la ecología como en otros escenarios, gobierna la linealidad, es decir la idea de que las consecuencias visibles, que para nuestro interés pueden ser el aumento o la disminución de una población, tienen su causa en una situación que las afectan directamente. Dentro de los cambios que han sucedido se puede considerar que podría haber más de una causa posible, incluso presentarse simultáneamente provocando una enorme complejidad, difícil de comprender al requerir un sinnúmero de factores imposibles de aislarse o reducirse. Por ello precisamente es que se desarrolla la lógica multicausal.

De esta manera se fueron reemplazando los modelos mecanicistas por aquellos de carácter probabilístico en los que la relación entre causa y efecto es relativa, lo cual hace surgir la necesidad de ser sistemáticos e identificar apropiadamente la causa o las causas y buscar las relaciones entre éstas. La dinámica de sistemas¹³ enfoca el estudio de los fenómenos desde un punto de vista multicausal, analiza el mayor número de factores, causas, elementos, variables, considerando que cada uno es un aporte a la construcción de explicaciones del sistema de estudio.

Nuevamente utilizando el modelo depredador- presa, quizás el más utilizado en la dinámica de sistemas, y aun cuando pueda existir inestabilidad por mecanismos

¹³ La teoría general de sistemas fue planteada en la década de los 40 del siglo XX y comenzó su desarrollo en los años 60; en la actualidad es un concepto central y unificador en la mayoría de las disciplinas, incluida por supuesto la Ecología. Ludwig von Bertalanffy, en la Teoría del Desarrollo Biológico (1935) y luego en la teoría general de sistemas (1982, 1984) desarrolló el concepto de Sistema. El ecosistema funda su origen en los primeros conceptos sobre sistemas, pero con la presentación de la teoría general, el ecosistema deja de ser una simple suma de partes y, como totalidad cobra una característica propia. Ese carácter propio en un sistema más allá de sus partes, las que pueden relacionarse de múltiples formas, se denomina en teoría de sistemas, propiedad emergente, caracterizada por su nivel de organización. De allí la disimilitud entre la visión ambientalista y la visión ecosistémica actual. (Reyes, 2007: 19)

poblacionales, se ha propuesto un análisis de las causas de la variación en la persistencia de las poblaciones a largo plazo como por ejemplo las conductas de alternancia de presas por parte del depredador, respuestas funcionales en la búsqueda de refugios por parte de las presas y tiempo de búsqueda de los depredadores, entre otros (Abrams 1982, Kaiser 1983, Sih 1984. En Mayr, 1972).

Existen muchos factores que pueden, en teoría, contribuir a la escasez de recursos como la depredación, el parasitismo o enfermedades, la edad, el refugio y los sitios de reproducción y que a su vez afectan la supervivencia. (Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R., 1990). Algunos de estos factores se pueden interpretar como reacciones en cadena, sin embargo en un momento dado confluyen, sin llevar necesariamente a la extinción pues así mismo se cuenta con múltiples probabilidades de permanecer.

Todavía permanece el debate sobre la existencia de un enfoque ampliamente aceptado y demostrado para establecer la causalidad en los sistemas naturales o para hacer frente a la multicausalidad que es inseparable de la incertidumbre. Lo que sí es claro es que todos estos elementos han sido clave en el proceso de la construcción del conocimiento.

**CAPÍTULO 3: UN ÁNGULO DE LECTURA.
ANÁLISIS DEL JUEGO CONCEPTUAL EN
EL AULA**

3. Un ángulo de lectura: análisis del juego conceptual en el aula

Un ángulo de lectura podría definirse como aquel con el que un lente capta una imagen, determinando qué parte de la escena se incluirá en esa imagen. Desde nuestro lente, que es el objetivo propuesto, y teniendo como escena las actividades desarrolladas en el aula, se hace un análisis de los elementos conceptuales que se han presentado como estructurantes de la ecología de poblaciones: heterogeneidad, perturbación, estocasticidad y multicausalidad; y de cómo éstos permiten enriquecer la experiencia, orientar las actividades del aula y crear en los estudiantes un interés por conocer y por construir explicaciones. Se expone a continuación la manera cómo se van transformando las miradas, la forma de relacionarse con el entorno y con los otros; un problema de conocimiento.

***Lo diverso no es necesariamente desunido, lo unificado no es necesariamente uniforme, lo igual no es necesariamente idéntico, lo diferente no es necesariamente inferior o superior.
Boaventura De Sousa (2010: 152)***

Al abordar la heterogeneidad como uno de los elementos teóricos en el estudio de las poblaciones naturales, se encuentran diferencias en la aceptación por parte de los ecólogos de la misma; si bien se enmarcan las poblaciones en descripciones de especie, en espacio y en tiempo como se expuso en la presentación del concepto, también se debate el estudio de las fronteras de las poblaciones, en lo que se refiere al espacio, porque éstas suelen ser vagas y en la práctica las fija de forma arbitraria el investigador (Krebs, 1986).

Sin embargo, son comunes los estudios de patrones espaciales y estructurales de un territorio teniendo en cuenta los procesos y flujos que tienen lugar en el mismo; especialmente para quienes se interesan por la ecología del paisaje (Forman y

Godron, (1986), Noss, (1991), Pickett y Cadenasso, (1995). Citados por: Gurrutxaga, & Lozano, 2008). La heterogeneidad resulta de la interacción de las poblaciones con el medio. Interacción en la que se presentan diversos movimientos de organismos dentro de la población, estructura por edades, sexos, entre otros.

La heterogeneidad se trata como la variación espacial en la composición de especies y la disponibilidad de recursos, porque muchos de los mecanismos por los cuales las especies coexisten son dependientes de la heterogeneidad espacial, según (Margalef, 1986) al hablar de población se habla de la distribución de los recursos, la densidad y composición de las especies, la sobrevivencia, el crecimiento y la fecundidad, que varían en el espacio, dando lugar a cambios en una población.

Levins (1970) señala que todos los sistemas ecológicos presentan heterogeneidad y formación de parches en grandes escalas espaciales y temporales, estas características son fundamentales para entender las poblaciones, por ejemplo Sánchez y Rojas (2007) en su trabajo de biogeografía y conservación de mamíferos, dan relevancia a la heterogeneidad como factor determinante de la adaptación. Tradicionalmente, los modelos de crecimiento poblacional suponen que el espacio es homogéneo lo cual lleva al problema de no considerar que la natalidad, la mortalidad y la supervivencia dependen de la heterogeneidad espacial; por tanto, no puede explicar los patrones de la distribución y la dinámica de las especies.

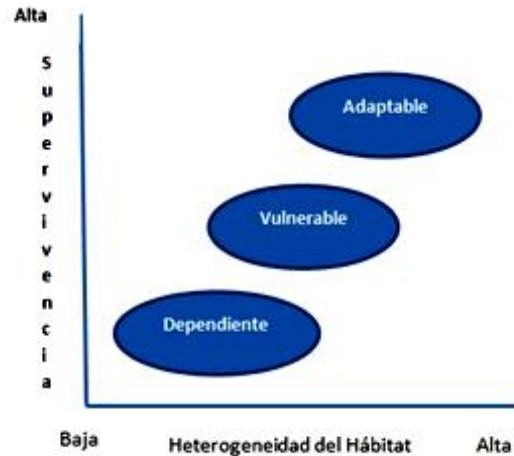


Figura 2: Habilidad de adaptación de los organismos a las perturbaciones en relación a la heterogeneidad espacial. Adaptado de Sánchez y Rojas (2007).

Para acercarse al concepto de heterogeneidad como la diversidad espacial se propone la fase inicial llamada *geografía imaginaria*, en la cual los estudiantes, desde el reconocimiento geográfico del espacio en el que se mueven y haciendo uso de su saber cotidiano, describen su entorno en términos de flora, fauna, relieve, clima, incluso se da una valoración personal y espontánea al mismo.

En las descripciones realizadas, se reconocen límites naturales y artificiales, cuando se habla de la vegetación de la vereda donde viven se encuentran afirmaciones como:

- “solo crecen en zonas secas”
- “ellos (hablan de venados) solo viven donde no hay gente”
- “los caballos no vienen aquí por la cerca”

Es claro que hay una comprensión de una restricción en el espacio que ocupan determinados organismos, sean estos naturales como la condición de sequía o artificiales como la cerca.

Iniciar por comprender las condiciones de restricción espacial permite construir la idea de que la población no es solo la sumatoria de individuos sino que hay unos vínculos que están definidos en un espacio particular y que les define o les condiciona. Es necesario recordar que en las situaciones de clase, se tiene la

imagen de población como un grupo de individuos de la misma especie sin que todas las implicaciones funcionales del concepto aparezcan todavía.

Para continuar con el análisis y mostrar las diversas conceptualizaciones que se hacen alrededor del componente espacio, desde la reflexión sobre y en relación con las experiencias, se presentan algunas divisiones que permiten leer de una manera más operacional las situaciones de clase en que está implícita.

Primero se observa la generalizada valoración de factores ambientales al referirse al lugar, estos factores podrían denominarse extrínsecos a la población; luego se presenta un segundo enfoque donde se establecen relaciones entre los organismos y el ambiente, incluso se llega a considerar el territorio. Una tercera consideración es la población como parte del medio, que aparece en la medida en que se requieren más explicaciones.



**Imagen 1: Representación de una de las plantas que hacen parte del medio que describen.
El cactus: “Se da mucho en tierra amarilla y partes muy calientes”. Elaboración de
estudiantes**

Respecto a la valoración del espacio Uvarov (1931) y Bondenheimer 1938, En Begon et al., 1990) introdujeron el espacio en sus estudios entomológicos dando relevancia a los factores ambientales bajo las teorías de regulación de la población por dichos factores.

- “Se da mucho en tierra amarilla y partes más calientes”
- “Estas plantas habitan zonas húmedas”
- “El suelo es rocoso en unos lugares y en otros si hay pasto”

Se hace una valoración de la temperatura y la humedad, como factores que permiten o no el establecimiento de los organismos, incluso se consideran factores limitantes al decir que soportan determinada temperatura, como que en un suelo rocoso no crece el pasto, aquí está implícita la necesidad de ciertas condiciones que permiten o no estar y permanecer en determinado espacio.



Imagen 2: “Estas son de tierra fría y la temperatura que soportan es más o menos de 24°C”. Elaboración de estudiantes

Según Odum (1969), los organismos viven entre límites relativamente próximos en el rango de variación posible de las condiciones del medio. Decimos que los límites de la población son impuestos por los factores ambientales.

Bajo el mismo análisis:

-“Hace frio por la altura”

-“En mi lugar donde vivo hace más frio que en otras partes porque más que todo son llanuras”

Se relaciona el relieve con la temperatura del lugar; además surge la inclusión del relieve como un nuevo aspecto dentro de la heterogeneidad del espacio:

-“Nosotros estamos a una altura de 2800 metros sobre el nivel del mar”.

-“Aunque es muy húmedo es un lugar con mucha greda y hay muy poco pasto”

Las afirmaciones permiten ver nuevas relaciones, ya no sólo el espacio con una condición única sino que se hace una asociación de la presencia de pasto con los lugares húmedos; si bien hay humedad, el pasto no crece y puede ser por el tipo

de suelo, además parece ser que el suelo no es el que se espera en esa condición de humedad. Siguiendo a Odum (1969), la distribución de los organismos es función de combinaciones de las propiedades del espacio diversamente integradas y las características de las especies. Lo anterior permite seguir con las divisiones propuestas, una segunda visión de heterogeneidad se encuentra en la unión de factores ambientales y los organismos que caracterizan el medio donde vive una población determinada.

Tras la consideración de los aspectos físicos y de las relaciones que se establecieron entre estos y lo vivo que en él se encuentra, surgen organizaciones en torno a la valoración del espacio como fuente de recursos y lugar donde se desarrolla la población:

-“Donde vivían, allí tenían todo para vivir”

-“Su hábitat, ahí estaba su manada”

Así, al considerar la población como un grupo de individuos relacionados con el medio que habitan, es preciso integrar en esta categoría el concepto de hábitat, que se corresponde con aquella área que reúne las condiciones y recursos necesarios para ser ocupada por un organismo dado, donde desarrolla su vida y se reproduce (Hall, 1997). Ahora, el espacio se ve como el medio de vida, definido por Margalef (1986), como la unión de factores físicos y biológicos interdependientes que rigen la repartición y el crecimiento de organismos en un espacio dado. Los estudiantes establecen relaciones complejas dentro de un medio de vida:

-“para el bosque, ellos (hablan de osos) son muy importantes porque se comen las ramas altas y esto hace que entre la luz a la tierra, también al comerse las semillas y cuando defecan hacen que caigan las semillas y crezcan más plantas”

Los diferentes componentes, físicos y biológicos, se encuentran relacionados permitiendo la presencia de las poblaciones. La noción de hábitat adquiere significado, parece que se entiende y se relaciona con el espacio donde se establece, se satisfacen necesidades alimentarias y es propicia la reproducción. Esto podría conducir a una formulación del tipo de territorio como un área

defendida por una población, esta defensa depende de su supervivencia, ya que se alimenta y se reproduce en este espacio. (Develay, 1986)



Imagen 3: Espacio. Elaboración de los estudiantes

-“Vivo cerca a la casa de mi archi enemiga, por eso no paso por ahí, salgo por la carretera que va a guasca”

-“Como todos hemos vivido siempre en el barrio somos muy amigos, nos saludamos atentamente y nos ayudamos para estar mejor, como cuando pusieron el tanque que divide el agua para los vecinos”

Los estudiantes en sus escritos muestran una preocupación por ampliar las descripciones adicionando datos cuantitativos:

-“más o menos son entre 50 y 90 árboles”

-“Tiene muchas arañas”

-“Hay gran cantidad de gusanos”

-“Son como 100 caracoles”

Esto conduce a considerar el tamaño poblacional¹⁴. La población como parte del medio requiere ser descrita en términos cuantitativos que permitan la comparación de los efectos de determinados factores.

¹⁴ Tamaño poblacional, para la ecología de poblaciones es la característica básica de una población. El estudio de la dinámica de una población se centra en el estudio de los cambios experimentados por el número de sus individuos en el tiempo. (Begon et al, 1990)



Figura 3: Las poblaciones se regulan por las relaciones entre factores bióticos y abióticos, esta regulación es expresada en características demográficas dadas por su densidad (número de individuos por unidad de área) dependientes de la tasa de natalidad y mortalidad sobre las que actúan dichos factores. Adaptado de Develay, (1986).

Cincuenta, noventa o cien individuos, es una medición de la abundancia poblacional, que siguiendo a Margalef (1986), podría entenderse como una variable de limitada utilidad debido a que no incluye ninguna información acerca del área de distribución, que en nuestro caso teniendo en mente la categoría en la que nos encontramos, sería el aspecto de interés. Entonces abordamos la densidad poblacional, como el número promedio de individuos de una población, por unidad de área o por unidad de hábitat.

Incluir los índices y cálculos tradicionales permite retomar comprensiones e introducir en ellas de una manera más visible la dinámica de la población:

-“Es un espacio muy grande y hay poquiticos”

-“La tierra muy negra es buena, para que estén todas esas matas”

Se hace una relación entre el tener un recurso, en este caso el suelo, y la capacidad de la especie dependiente de éste para aumentar el número de individuos y establecerse como población:

-“Una montonera de peces, (que en realidad eran renacuajos) eso un poco se mueren”

De manera contraria al ejemplo anterior, ser demasiados ante la carencia de recursos causará mortalidad.



Imagen 4: Fotografías aleatorias de los estudiantes. Fuente: Propia.

Estas relaciones marcan patrones de distribución espacial que suelen ser reflejo de la heterogeneidad del hábitat y de las interacciones entre los individuos (Begon et al, 1990). ¿Pueden ser percibidos por nosotros estos patrones? En el recorrido por la vereda de Hatillo se construyeron *mapas* de distribución para percibir la organización espacial de las poblaciones; los estudiantes presentaron sus acetatos y aunque aquí no se pretendía profundizar en una explicación, se creó en ellos la necesidad de buscar razones del patrón determinado como:

-“*Aquí hace más sol y las plantas se agrupan*”

-“*Cuando llueve se empoza el agua, se ve más húmedo*”

-“*El viento no las deja crecer hasta el borde*”

Éste es un avance significativo dentro de la propuesta, el estudiante se está apropiando del tema, los escenarios que son cotidianos empiezan a ser valorados de otra manera, se ven potencializadas las relaciones con sus compañeros, lo cual va favoreciendo la construcción de discurso en el aula.

Las representaciones de la distribución de una población seleccionada arbitrariamente por los estudiantes organizados en pequeños grupos fueron clasificadas de acuerdo con tres tipos de distribuciones espaciales reconocidas usualmente¹⁵: al azar (o aleatoria), regular (o uniforme) y agregada (o agrupada).

¹⁵ Distribución al azar: ocurre cuando hay una probabilidad igual de que un organismo ocupe cualquier punto en el espacio (independientemente de cual sea la posición del resto). Debido a la intervención del azar, tiene como resultado el que los individuos estén distribuidos de una forma no uniforme. Distribución regular (o uniforme): ocurre cuando los individuos de la población tienen tendencia a evitarse entre sí, o cuando individuos que están muy próximos a otros individuos mueren. El resultado es que los individuos están distribuidos de una forma más uniforme de lo que sería esperable por azar. Distribución agregada (o contagiosa): ocurre cuando los individuos tienden a ser atraídos hacia (o a sobrevivir con más probabilidad en) lugares particulares del



**Imagen 5: Fotografías de algunas de las poblaciones. Representación de la distribución.
Fuente: Elaboración de los estudiantes**

Los patrones están definidos por la posición de cada individuo con respecto a los demás individuos que hacen parte de la población. La imagen cinco se puede leer de izquierda a derecha como:

- “Es una población agregada”*
- “Es una población uniforme”*
- “Es una población aleatoria”*
- “Es una población agregada”*
- “Es una población aleatoria”*.

Las representaciones que realizan los estudiantes expresan las relaciones que hacen con las poblaciones humanas, se reconocen como parte de una población, muestran la distribución de las viviendas, sus vecinos, las construcciones más cercanas, coinciden en explicar dicha distribución por la disponibilidad de recursos (tiendas) y la facilidad de desplazamiento:

- “Nosotros vivimos como humanos agregados, porque necesitamos de las carreteras y caminos para que sea más fácil desplazarnos. Cerca de nosotros debe haber tiendas para nuestro bienestar”*

ambiente, o cuando la presencia de un individuo atrae (o da lugar a) otro individuo en su proximidad. El resultado es que los individuos están en mayor proximidad de lo que sería esperable por azar.

-“También hay casas alrededor de la carretera”



Imagen 6: Representaciones del sector donde viven. Fuente: Elaboración de los estudiantes.

En el estudio de las relaciones entre la estructura del paisaje y la dinámica de poblaciones silvestres es preciso considerar la escala de percepción por los individuos de la población en cuestión, a la que ésta responde. La escala de percepción de los organismos se corresponde con aquella en la que perciben su heterogeneidad espacial (Gurrutxaga & Lozano, 2008). Así, lo que para una especie puede constituir una parcela homogénea, para otra puede tratarse de un medio muy heterogéneo:

-“Los árboles cuentan con varias clases de animales como zancudos, arañas, grillos, ranas y chinches muy raros que viven todos en una sola hojita”

-“Las montañas tienen miles de árboles, se ven verdes oscuras, pero cuando hace neblina, ésta tapa todo y parece que no hubiera nada”

-“¡solo una gota de agua y la mariquita se ahogó!”

Con base en lo anterior, la montaña como una gran mancha verde, no es la escala desde donde el estudiante pueda percibir la dinámica ecológica que en ella se presenta, tampoco lo es la hoja, pues desconocemos la visión del chinche al respecto; es dentro del bosque, del cultivo, en el camino, desde donde se hicieron las descripciones, que se logra el marco de referencia de las múltiples miradas, de ahí que al hablar de las observaciones de su entorno más cercano, resulten construcciones ricas en detalles. Se entiende la escala como la dimensión espacial que se requiere para comprender la importancia relativa para cada población, de los factores que explican su dinámica.



Imagen 7: El estudiante se incluye en la representación como parte de la naturaleza que se describe. Fuente: Elaboración de los estudiantes

Por otra parte, el concepto de población desde la heterogeneidad no solo se ha ligado al medio, teniendo en cuenta la definición de población de Mayr (1997), cada individuo de una especie con reproducción sexual es único y diferente a todos los demás. Los grupos de esos individuos únicos y diferentes se designan con el nombre población. Son de la misma especie, pero no son idénticos, se considera la heterogeneidad dentro de la población y esto es asumido por los estudiantes. En la descripción del bosque de Eucaliptos, se presentan características dependientes de la madurez de los árboles.

Descripción de las diferencias encontradas entre individuos de un Bosque de Eucalipto.

Observo los eucaliptos y a continuación doy algunas características:

- ***Cuando es joven sus hojas tienen un verde intenso azulado y éstas son pequeñas***
- ***Cuando viejas sus hojas tienen un verde oscuro y partes rojizas y su tamaño es delgado y alargado***
- ***Estos árboles o plantas crecen un poco lento***
- ***Cuando son viejas son altas y parecen cualquier árbol sin vida***
- ***Más o menos cuando tienen 5 metros se vuelven adultos***

Los estudiantes dan cuenta de poblaciones que no están compuestas por individuos idénticos en términos de diferencias en edades, en el sexo, estadios del

ciclo de vida, proporciones de machos respecto a hembras. Se reconocen diferencias por la presencia de flores, tonos de pasto que pueden ser pasto tierno, saludable y pasto viejo:

-“Desde mi casa se encuentra un potrero que tiene pasto unas partes de pasto son verde oscuro como otras partes de pasto son más claras, porque una parte está volviendo a crecer, y otra ya está crecido para el ganado y algunos tienen flores”.

Las diferencias entre los individuos se tienen en cuenta en relación con lo que puede llegar a afectar las interacciones, (Sánchez & Rojas 2007); diferentes factores pueden afectar de manera distinta a individuos no idénticos, la reproducción, distribución y muerte varían:

“Su color es verde pero cuando hay sequía es rojo oscuro o vino tinto”

Como actividad englobante de la geografía imaginaria, y con la comprensión del espacio entendido de muchas maneras, se representan las diferentes descripciones realizadas empleando la herramienta de Google Earth¹⁶, en dichas representaciones se señalan áreas delimitadas por discontinuidades, distribución de plantas, altitudes, geometrías, colores; todos estos elementos representan diferencias que se definen desde la comprensión de lo que allí se encuentra, desde el conocimiento construido a partir de las observaciones de espacios familiares y la puesta en común de las descripciones anteriores.

¹⁶ Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiples cartografías, con base en la fotografía satelital. El programa fue creado bajo el nombre de EarthViewer 3D. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por Imagen satelital, fotografía aérea, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG (Sistema de Información Geográfica) de todo el mundo y modelos creados por computador. Este programa también se incorpora Maps, que sirve para encontrar calles, avenidas y negocios y ampliarlas de una manera muy realista.



Imagen 8: Imágenes capturadas desde Google Earth. “La gran parte es vegetación en la que se encuentran: huertas, campos de agricultura o apastamiento, bosques naturales y artificiales”. Fuente: Elaboración de los estudiantes

Estas elaboraciones dan cuenta de la evolución de sus observaciones, cómo relacionan las actividades anteriores para apoyar los argumentos que las soportan, permitiendo al docente intervenir y retomar los conocimientos escolares como extra-escolares para generar nuevas rutas de trabajo y validar los aportes al trabajo realizado.

Ya se ha descrito la población en cuanto a su estructura y distribución en el espacio, ahora se da paso a reconocer que el espacio es modificable y cómo se comportan las poblaciones naturales ante dichos cambios. Para avanzar en la comprensión de su dinámica es fundamental analizar que las poblaciones son perturbables, perturbaciones que ocurren en el tiempo elaborando su historia de vida (Morris, 2002).

El tiempo es la sustancia de la que estoy hecho
Jorge Luis Borges

La definición de perturbación más conocida proviene del trabajo de Pickett y White (1985. Citado por: Vega & Peters 2000) y se trata de cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que cambia la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico. Las poblaciones, y en general se podría considerar cualquier nivel de organización ecológica, siempre han estado presionados por eventos que las han moldeado, de manera que las perturbaciones se pueden considerar una parte fundamental de los ecosistemas como lo expresa igualmente Sousa (1979).

Para abordar las perturbaciones, esta investigación cuenta con un interesante escenario de estudio, el embalse de Tominé, porque desde las historias populares y los cuentos de los abuelos se pueden reconocer cambios en las condiciones ecológicas del embalse en el transcurso de su formación.

Los estudiantes se expresan con familiaridad al respecto:

-*“era un sembradero”*

-*“son aproximadamente 50 años de historia”*

-*“hay hasta tortuguitas”*

-*“las casas se deshicieron con el agua”*

Igualmente empiezan a formularse preguntas en torno a la transformación, “¿Qué pasó?” “¿Qué había?” “¿Cómo llegaron?” son preguntas que van surgiendo con cada una de estas afirmaciones.



Imagen 9: Ejemplos de los cuestionarios desarrollados para ser aplicados a los abuelos. Estudiantes en la socialización de sus preguntas. Fuente: Propia.

Se inició el desarrollo de la segunda fase, *Me contaron los abuelos*, con la elaboración de cuestionarios para entrevistar a quienes nos podían dar información desde su vivencia sobre la construcción del embalse que fue hacia 1965. La elaboración de las preguntas se centró en la flora y la fauna del lugar, ¿Qué sucedió con la vegetación y los animales que se encontraban en esa área? Ante la pregunta, se privilegió la flora al ser como lo expone Sousa (1984), más difícil la evaluación de un disturbio en organismos móviles, debido a las capacidades de los animales para desplazarse. Mientras es amplia la descripción de sembraderos, cultivos, casas, bosques, arboles; respecto a los animales las descripciones parecen muy puntuales:

-“El ganado lo llevaron para arriba”

-“Los animales desaparecieron”

Es importantes resaltar que el trabajo fue orientado exclusivamente hacia el embalse, sin embargo surgen inquietudes respecto al pueblo nuevo, un área que no había sido contemplada, un sector con relictos boscosos que fue intervenido.

Dentro del cuestionario van apareciendo preguntas como:

-“¿Qué había en el lugar de Guatavita actual?”

-“¿Cómo era el sitio de pueblo nuevo?”

-“¿Antes también era un pueblo turístico?”

Con esta última pregunta incluso se piensa en la forma de trabajo de las personas.

Lo anterior evidencia una apropiación de una perturbación desde las comparaciones que se establece entre un antes de y un después de. Aunque el funcionamiento normal de un ecosistema es difícil de determinar y según lo visto en la heterogeneidad depende de la escala de observación, la alteración causa la desviación relativa en la estructura o función en cualquier nivel de organización ecológica, incluyendo las variaciones esperadas (Odum, 1969).

Se reconoce que las perturbaciones pueden ser de origen diverso, naturales y antropogénicas:

-“Al transformarse el paisaje o un lugar la forma de vivir va a cambiar totalmente”

-“Ha sido más friolento el ambiente con la presencia del embalse”

-“Ahora hay más humedad y hace más frío por la presencia del agua del embalse”

-“El sapo requiere de un lugar húmedo y con agua para refrescarse, si el lugar es muy seco, tendrían menos posibilidades de sobrevivir”

-“Deslizamientos y derrumbes modifican el paisaje.”

-“Llegaron unos hombres que destruyeron el lugar”

Se ha apropiado el lugar más allá de un espacio, éste es una fuente de recursos que al ser alterado afecta las condiciones de vida.

“También veo la arena que cae de las montañas cuando llueve”

“Por la deforestación la zona donde habita el oso está desapareciendo”

“También en los árboles viven algunos animales, entonces estaríamos expulsando a estos animalitos de allí. Cuando los sacamos si ellos no consiguen rápido un hábitat, se pueden morir”

Como se vio en los aspectos disciplinares, en el desarrollo del concepto algunos estudios se basaron en cambios observables y cuantificables de variables, sean estos cambios recurrentes o no; igualmente para los estudiantes es un cambio:

-“El embalse cambia dependiendo del tiempo que haga, si hay mucha agua o poca cambia el nivel del embalse y pues se afecta la vida acuática”

La vida acuática es afectada por el nivel del agua aunque esté marcado por una periodicidad, solo se aprecia el cambio de nivel.

¿Cómo puede afectarse la vida?, según Sánchez y Rojas (2007), las perturbaciones pueden redistribuir a las especies en hábitats propicios, tienen un efecto estabilizador sobre la limitación de recursos:

-“presenta diferentes tipos de peces que fueron traídos, no peleaban y se reproducían y se criaban ahí”

Como lo exponen Sánchez y Rojas (2007), se puede tener la visión de que las perturbaciones pueden eliminar a los individuos competitivamente o generar una alta disponibilidad de recursos que permitan la coexistencia. De manera que el estudio de la dinámica de las poblaciones es muy útil para detectar los efectos de las perturbaciones.

-“Se encuentran patos salvajes, trucha arcoíris, carpas, cangrejos y capitanes”

Aunque parece obvio que hay un efecto, conviene mencionar que se señalan ejemplos donde se ve la perturbación como una oportunidad para el establecimiento de nuevos individuos (Sousa 1979)

-“La CARC¹⁷ en un plan de poblamiento para mantenimiento del embalse trajo la semilla que son peces recién nacidos”

Cabe mencionar que inicialmente hubo una valoración de la perturbación con connotaciones negativas y no fue intencionado pero la situación desencadenante propuesta se percibe como una inundación y arrebato de las tierras de sus familias:

-“Para algunos la construcción del embalse fue una catástrofe porque allí contaban con varios recursos los cuales fueron destruidos y a cambio tuvieron que irse y otros murieron”

Sin embargo la secuencia de las actividades supera la perturbación como catástrofe a una visión de alteración de las relaciones, esto se observa en los testimonios, incluso hay posturas positivas:

¹⁷ Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

-“Siempre es igual de hondo, pero cuando llueve más, llegan los patos silvestres”

Siguiendo la definición de Sousa (1979), los disturbios liberan recursos que pueden aprovechar otros organismos y sirven como una fuente de heterogeneidad:

-“Ahora en el embalse hay gran variedad de insectos como las luciérnagas”

-“Aparecen muchos cangrejos de río”

Begon et al (1990) mencionan que la ecología adopta metodologías y construcciones teóricas particulares de acuerdo al nivel de organización que se trate. Si se trabaja al nivel de población, la ecología se ocupa de la presencia o ausencia de unas especies determinadas, de su abundancia o escasez y de las oscilaciones y fluctuaciones de su número en un momento determinado. Estos objetos de estudio para Develay et al (1986), permiten que los estudiantes se apropien de las poblaciones como grupos perturbables, idea fundamental para definir las como dinámicas:

-“El embalse sigue transformándose, porque cuando es verano se baja y cuando es invierno inunda más potreros por eso no se define bien su tamaño, así va saliendo más pasto alrededor, o se secan arboles según suba o baje, cuando está seco también se ven más los curis”

-“Se afectan tanto las personas como la vegetación porque se ve diferente con el tiempo”

-“Los paisajes del municipio se han venido modificando con los años”

“Las personas se ven afectadas, lo primero es que las personas tuvieron que ver a donde se van a trasladar a vivir, cuando esto se afecta es muy grave para los que verdaderamente quieren su territorio porque en él tienen muchas cosas como el sembrado y lo pierden”.

Tras las anteriores afirmaciones entra en juego la adición y sustracción de individuos; la población crece, se mantiene, decrece. Se dan explicaciones en cuanto al número de individuos, el tamaño o la densidad de una población si ésta ha aumentado o ha disminuido. Lo anterior es una aproximación a los parámetros

demográficos fundamentales en cualquier estudio de dinámica de poblaciones:¹⁸ natalidad, mortalidad, inmigración y emigración como los responsables de los cambios en tamaño poblacional. El siguiente esquema muestra las relaciones de estos parámetros con el tamaño poblacional



Figura 4: Relaciones de los parámetros poblacionales con el tamaño poblacional. La inmigración y la natalidad aportando al aumento del tamaño de la población en cuanto a número de individuos, la mortalidad y emigración disminuyendo el tamaño. Elaboración propia.

La idea inicial de transformación se enlaza con los parámetros demográficos (natalidad, mortalidad, inmigración, emigración), todo ello en una perspectiva temporal.

*“Parte de la vegetación murió y los animales emigraron”
“Por la construcción del embalse tuvieron que huir de su hábitat”*

Para avanzar, más allá de los cambios ambientales se presentaron otros recursos, entre los cuales se menciona la proyección de la película *Bee. La historia de una abeja* (2007) producida por DreamWorks Animation, con la intención de mostrar una situación en la que se alteran las interacciones entre poblaciones y la mutua afectación ante las mismas.

¹⁸ Aclaraciones libros de texto. Currículo.



Imagen 10: Dibujo de la actividad tras la proyección de la película. Fuente: Elaboración de los estudiantes

La siguiente figura da cuenta de la modificación de las relaciones (depredación, competencia, enfermedades, disponibilidad de alimento), aspectos que muestran los mecanismos de causa en la dinámica de una población.

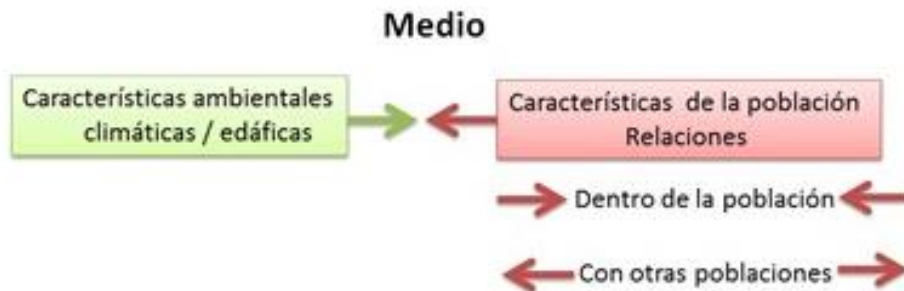


Figura 5: Lectura del medio basada en Develay et al, (1986).

El análisis pasó de contemplar variaciones por factores ambientales a considerar propiedades intrínsecas en la población, como el potencial reproductivo, nacimientos, cuidado parental, tipo de reproducción. El análisis de las ejemplificaciones que se realiza, muestra las relaciones que se establecen en la población y formula que existen algunas más ingeniosas que vinculan diferentes situaciones a la cantidad de alimento disponible, a la competencia y a la tasa de fecundidad. Si hay cambios en el número de individuos de una población, éstos dependerán tanto de su capacidad para obtener alimento como de su capacidad de reproducción.

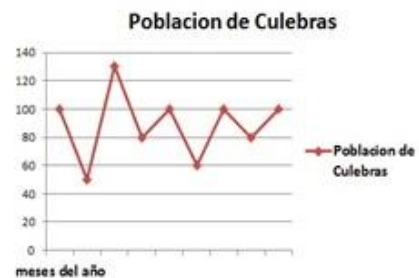
La tasa de natalidad de una población varía por la disponibilidad de alimentos, la densidad de población, la competencia por pareja y por las condiciones (luz, temperatura, humedad) del medio en el que vive. De acuerdo con Begon et al. (1990), el número de descendientes que deja un individuo depende, no por completo pero si de un modo crucial, de la interacción entre las características y el ambiente en un momento dado.

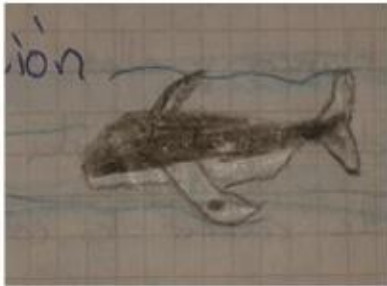
La temporalidad fue incluida en los análisis de la dinámica de las poblaciones en situaciones que ejemplificaron la variación en el tiempo de un aspecto que estuviera relacionado con la dinámica de la población; si bien se habló de abundancia y densidad, resulta relevante el cambio de población en el tiempo, para esto se emplearon curvas de crecimiento, aunque no de una manera formal como se hace tradicionalmente a partir de datos y graficadores estadísticos, sino como representaciones del comportamiento, en términos de abundancia, de una población de interés particular ante un evento perturbador de la misma. Es de valorar la habilidad para representar la situación determinada en el plano cartesiano constatando los conocimientos construidos en relación con los factores que actúan en la dinámica de las poblaciones naturales.

Imágenes 11, 12 y 13: Ejemplos del ejercicio temporalidad/plano cartesiano. Fuente: Elaboración de los estudiantes

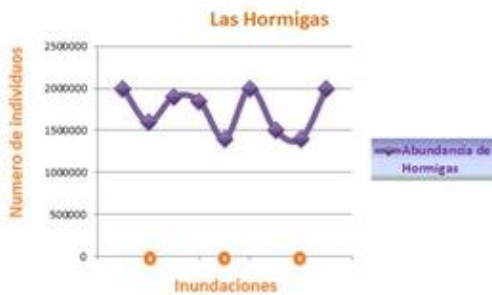
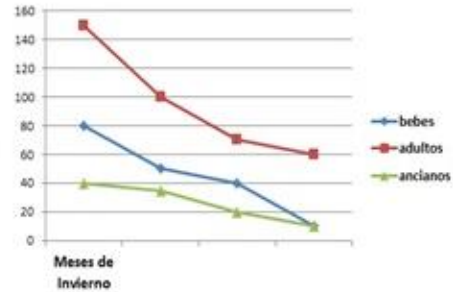


Aunque no las conozco muy bien voy a hablar de las culebras: Tienen muchos enemigos, aquí hay muchos gatos que las cazan, además las personas les tienen miedo y las matan, pero tienen muchos hijos sobre todo en Marzo, porque hay muchísima, debe ser así porque podrían morir y se acabaría la especie.

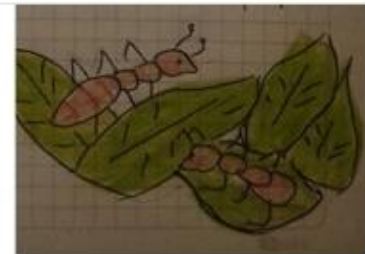




En invierno, el tiburón cuando están a punto de morir de hambre se comen entre ellos a los ancianos y los bebés, es importante ser el más fuerte.



Las hormigas deben sufrir constantemente de inundaciones pero sobreviven porque son millones en túneles de reserva que se secan posteriormente.



La siguiente historieta ejemplifica una de las construcciones hechas por los estudiantes al finalizar la segunda fase, en ésta se observa la reunión de los elementos abordados hasta ese momento, evidencia la apropiación conceptual con la complejidad de la dinámica de poblaciones. Aunque hay varios aspectos a evaluar, no solo en ecología sino desde numerosas posiciones ambientales, éticas, biológicas, solo se toman elementos propios para la categoría tratada.

- “Son muy felices” (considerando su hábitat),
- “Las poblaciones disminuyeron, nacieron menos crías que se lograron adaptar y los viejos duraron poco”.
- “Unos se escondieron, otros decidieron buscar otro lugar, se fueron a otra parte”

Aquí ya no se trata de un simple movimiento sino que representa una disminución de la población:

- “Tuvieron que acostumbrarse a los cambios, pero varios no lo lograron y murieron”.

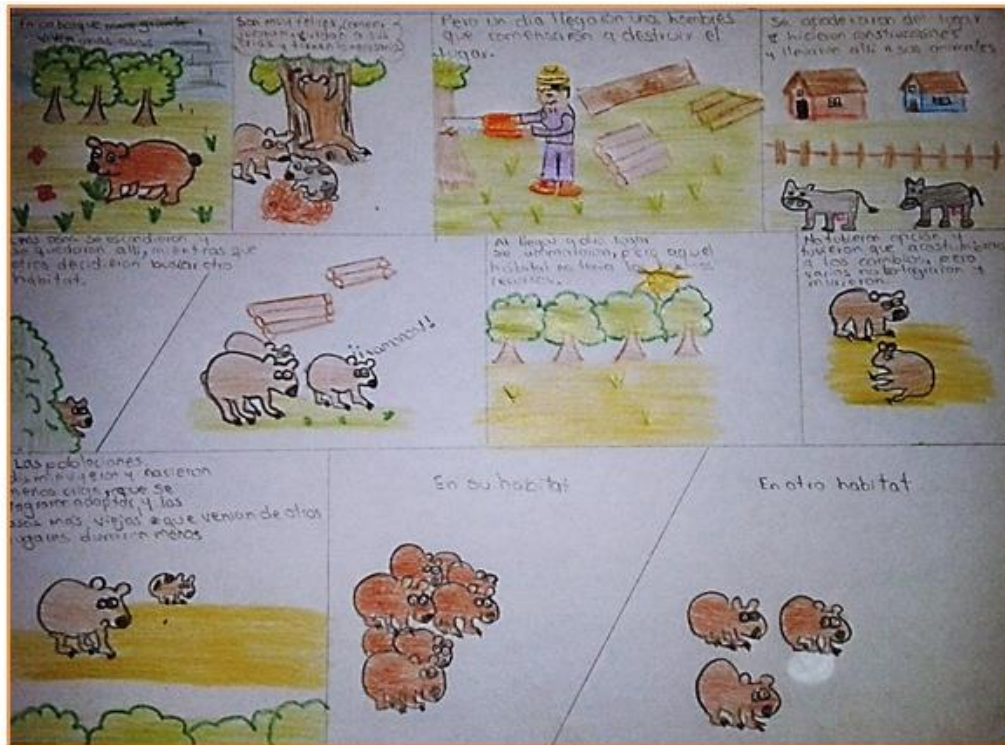


Imagen 14: Historieta. Fuente: Elaboración de los estudiantes

Se representa en su hábitat una población más abundante y una casi extinta en el hábitat nuevo. Nótese cómo no hay una única condición ya que se observa otra lógica, entra en juego la complejidad, no es solo una relación causa-efecto, se da una muestra de alternativas para la permanencia de la población.

Al preguntarnos por la variación de la población, tras la perturbación, se observan las alternativas: algunos se quedan, unos se van y otros mueren, nacieron menos, trajeron sus animales; sin perder de vista el hecho de que estas son probabilidades de ocurrencia que lo hacen un proceso altamente estocástico, las abordaremos en la siguiente categoría.

El tiempo se bifurca perfectamente hacia innumerables futuros

Jorge Luis Borges

Hasta aquí se han revisado dos de las categorías propuestas y se ha dado cuenta de cómo los estudiantes apropian aspectos estructurantes de la dinámica de

poblaciones, que les permiten ir construyendo conocimiento en torno a la disciplina. Dentro de estas apropiaciones pudimos encontrar las perturbaciones como fuente de heterogeneidad, en la población al modificarla estructuralmente y en el espacio por las alteraciones en la disponibilidad de recursos. Comprendido esto, se establecen relaciones entre variables biológicas (abundancia, edad, distribución) y variables ambientales (temperatura, humedad, cantidad de nutrientes, contaminación); respecto al tiempo, esto es lo que hace posible visualizar los cambios. Desde estas relaciones y sus alteraciones producto de las perturbaciones, se reconocen variables cuantitativas como lo son los aspectos demográficos.

La acción de una perturbación puede ser estudiada con mayor profundidad al contemplarse las potenciales respuestas que pueden dar una población a ésta. Cuando algo cambia, las especies responden fisiológica y comportamentalmente, reduciendo así los efectos negativos que pueda producir la perturbación (Sousa, 1979). Si la intensidad del cambio excede los límites de la capacidad de adaptación, se reduce el crecimiento y la reproducción, incluso puede aumentar la mortalidad reduciendo drásticamente poblaciones enteras.

Pero no en todos los casos se ve afectada la capacidad reproductiva, el aumento de la mortalidad o la extinción, ante muchas perturbaciones las poblaciones tienen estrategias de permanencia, no todas enfermaron, otras emigraron y se adaptaron. A partir de las respuestas de los estudiantes de los estudiantes, se puede inferir que se produce una comprensión, que no hay un destino único e unívoco de la población ante una perturbación, lo cual nos permitió elegir la estocasticidad como otro elemento que da cuenta de la dinámica de las poblaciones naturales, a pesar de ser un concepto con una alta complejidad. En afirmaciones como: -*“otras se fueron”*, irse es una situación no determinada, si unas se fueron, las otras corrieron con otra suerte.

La estocasticidad se ha definido como la propiedad de los sistemas ecológicos de funcionar en estados que se presentan al azar, sin dirección predeterminada o

secuencia determinística de resultados; en la naturaleza, la estocasticidad puede asociarse al libre flujo de factores ambientales y a la deriva de propiedades biológicas que aparecen y desaparecen por suerte, coincidencia o azar (Hanski,1998). No hay suficiente información para asegurar que en los estudiantes hay una construcción sobre estocasticidad pero hay una relación entre hechos y causas, que no son lineales ni determinísticas esto es, de carácter aleatorio.

En relación con la estocasticidad se habla en términos de probabilidades, Mills (2007) trabaja la aplicación de datos y modelos para estimar las probabilidades de persistencia de una población a lo largo del tiempo, modelos no deterministas, con riesgo de extinción.

El estudio de la estocasticidad cada día cobra más importancia debido al reconocimiento de la presencia de la incertidumbre en las acciones del hombre y de la naturaleza (Morris, 2002). Sin embargo, llevarla al aula es difícil, incluso se conocen discusiones sobre la viabilidad del estudio de probabilidades en la edad escolar, como lo expone la investigadora Nelly León (2006).

Por su parte, Piaget (1968) sostiene que para la comprensión de las nociones de azar y de probabilidad se requiere un cierto nivel de razonamiento combinatorio, el cual según sus estudios, se obtiene alrededor de los quince años, cabe destacar que los estudiantes con los que se desarrolló la presente propuesta están por debajo de la edad que plantea Piaget en sus investigaciones; por otra parte, se menciona que existen propuestas de hacer un tratamiento más experimental con soporte en la intuición, que es un poco lo que se ha realizado en la presentación de situaciones hipotéticas. En la discusión a posteriori del efecto de algunos eventos en predicciones ante una posible perturbación, se concluye que algunas poblaciones se extinguen, otras se adaptan y emigran. Tal como lo enuncia Dajoz (1974), la estocasticidad está dada por la aleatoriedad en el *destino* de los individuos.

Un complejo proceso en el que intervienen un sinnúmero de interacciones permite que los individuos no idénticos de una población respondan de forma distinta ante distintos ambientes. Al respecto, Sarmiento (2000), habla de evolución, como un proceso en el que interviene el mecanismo de la selección natural y no puede ser determinista. Tales cambios son de naturaleza impredecible, la supervivencia puede ser afectada notablemente por factores vinculados con el azar. Retomando la situación de los osos presentada en la historieta, se expone que los viejos murieron, el número de crías disminuyó, pero igualmente algunos osos se adaptaron y otros emigraron. Nótese como no hay una única condición, ya se observa otra lógica, no es solo una causa-efecto, sino una muestra de alternativas para la permanencia de la población o para su extinción, en una palabra: *azar*.



Imagen 15: Historieta II. Fuente: Elaboración de los estudiantes

La historieta anterior, muestra una población de conejos en el que parece su hábitat, con disponibilidad de recursos, ante una inundación a causa de las fuertes lluvias, emigran encontrándose con otra población de conejos, que representan competencia por las limitaciones en alimento, pero consiguen establecerse con éxito al llevar a la extinción los conejos nativos. La población crece rápidamente atrayendo depredadores que afectan nuevamente la supervivencia del grupo. Al

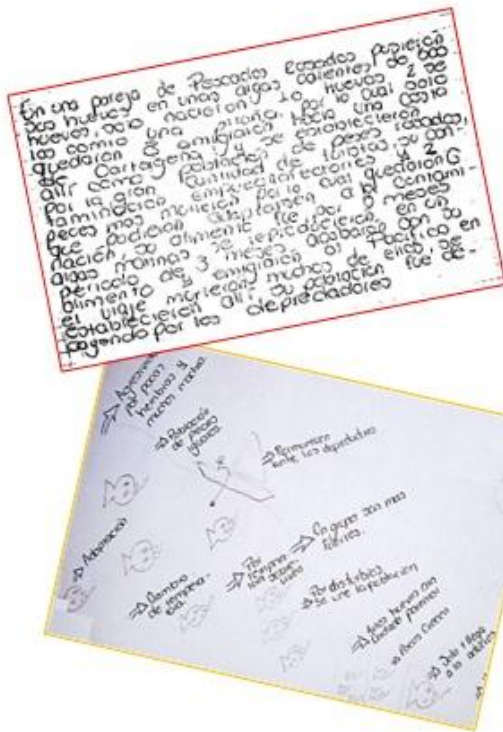
empezar a escasear los conejos, los depredadores se ven afectados. Finalmente los conejos mantienen unos niveles poblacionales estables.

Los disturbios generados aparecen de imprevisto, la lluvia (inundación), la carencia de recursos, el proceso emigratorio, la competencia con población nativa, cambios en la relación de mortalidad y natalidad, presencia de predadores, aumento de recursos. Factores azarosos, determinados solo por la reconstrucción de lo sucedido. Una reconstrucción de este tipo puede hacer creer que existe una única causa en el marco de fenómenos complejos y aleatorios. Pero, según Mayr (1997), es posible que semejante tendencia del pensamiento esté determinada por la incapacidad de comprender el verdadero significado de la multicausalidad y de la complejidad de los procesos biológicos.

Se precisaron todas esas cosas para que nuestras manos se encontraran

Jorge Luis Borges

En el siguiente ejemplo, los denominados *pescados rosados*, sufren una serie de presiones ambientales que parecen estar relacionadas. Sánchez Rojas (2007) llamaría a esto conexiones causales. Aunque no se entre a debatir sobre la causalidad, sí resulta relevante ver cómo se establece una relación entre un hecho B y otros hechos A que lo producen, hechos que no son unicausales. Con la sola presencia de los *pescados rosados* no se puede inferir que sea la tensión, a la que se vio sometida la población, la única causa de su decrecimiento.



Una pareja de pescados rosados pusieron sus huevos en unas algas calientes, de 500 huevos solo nacieron 10 huevos, 2 se los comió una piraña, por lo cual solo quedaron 8 que emigraron hacia una costa de Cartagena y se establecieron allí como población de peces rosados. Por la gran cantidad de turistas, su contaminación empezó a afectarles y otros peces más murieron, los que quedaron pudieron adaptarse a la contaminación, su alimento fue por 5 meses algas marinas, se reprodujeron en un periodo de 3 meses acabando con el alimento y emigraron al Pacífico; en el viaje murieron muchos de ellos. Se establecieron allí, su población fue decayendo por los depredadores.

Imagen 16: Ejemplo de conexiones causales. Fuente: Elaboración de los estudiantes.

Se entiende la causa como la acción capaz de producir un cambio, todo acontecimiento, condición o característica que juega un papel esencial en producir un efecto (Susser, 1991).

La dinámica de la población de los *pescados rosados* tiene varios factores causales (el decrecimiento es producido por condiciones ambientales, disminución en la reproducción, depredación, contaminación, emigración, disponibilidad de alimento, pero hay permanencia causada por resistencia, reproducción, potencial de adaptación). Así, la dinámica de poblaciones naturales se produce por una relación compleja entre los factores intrínsecos a los individuos y factores extrínsecos. La unión de interacciones individuales que tejen la red de una población son ampliamente influenciadas por los factores del medio y ellos pueden ser accidentalmente decisivos.

Los modelos multicausales plantean que pueden existir varias causas independientes que pueden producir un tipo de efecto o varias causas que deben

estar simultáneamente o sucesivamente para que se produzca el efecto o una multiplicidad de efectos.

Pozo y Carretero (1987) señalan que el razonamiento espontáneo de los estudiantes sobre fenómenos científicos se basa en una causalidad lineal simple. Explican la manera como percibimos las relaciones causales utilizando las reglas de inferencia. Por lo general, hay una tendencia a atribuir una correspondencia cuantitativa entre causa y efecto: un cambio en la cantidad de efecto debería corresponderse a un cambio en la cantidad de causa y viceversa. Sin embargo en esta experiencia se evidencia un acercamiento a una relación causas- efectos, los estudiantes en sus narraciones dicen lo que ocurrió desde una mirada retrospectiva, igualmente podrían hablar en términos de los que puede ocurrir.

El estudio de los sistemas biológicos no es fácil de abordar debido a que diversos factores, internos y externos, los afectan. Por ejemplo, tratar de modelar interacciones entre especies es difícil ya que estas relaciones se llevan a cabo en ambientes que varían de manera temporal y espacial. Si una interacción entre dos especies es clasificada como mutualista en un ambiente, la relación de las mismas especies puede ser catalogada como parasitismo bajo otras condiciones ambientales (Ortiz, 2000). Los estudiantes hablan de las poblaciones con mayor propiedad porque en sus escritos, se emplea un lenguaje cotidiano al que cada vez incorporan otras fuentes de información provenientes de la escuela, los textos, la Internet y los medios de comunicación en donde se nota cómo a través de sus consultas y de las prácticas de la fase anterior, al igual, que muy posiblemente de otras similares, comienzan a concebir la natalidad, la reproducción, la mortalidad, las transformaciones, no como aconteceres aislados ni determinados o como acumulación de conceptos sin sentido; los comienzan a incorporar a su cotidianidad porque se habla de ellos, la multicausalidad como alternativa de transformación, modificación de esas poblaciones. Incluso la adaptación como modificación para la permanencia.

En todo sistema o conjunto de elementos relacionados, las variaciones en las características de un elemento modifican al conjunto. Por ello, resulta crítico considerar las relaciones existentes entre los elementos.

A *paso de cangrejo*, fue una fase diseñada para el estudio de la dinámica poblacional como un sistema: *Población + Ambiente*, que permita a los estudiantes comentar y preguntar libre y espontáneamente respecto a la presencia de cangrejos en el embalse de Tominé. En ella se reúnen las comprensiones de los estudiantes, aterrizadas en una población real y muy cercana.

En un primer momento se centra la atención en la población misma, se despierta fobia, repulsión, curiosidad, picardía, interés hacia los ejemplares llevados al laboratorio, se quiere saber todo sobre los cangrejos: edades, sexos, tamaños, colores, el porqué de las diferencias que se fueron encontrando. Los estudiantes desarrollan espontáneamente una necesidad de buscar información, de examinar la morfología, de tomar medidas para compararlos en términos de superioridad; por ejemplo, el mayor tamaño de las pinzas como dominancia dentro del grupo, se crean historias que vinculan a los ejemplares como una familia por sus características físicas. Se hace la apropiación de aquello que se había expuesto, como iguales más no como idénticos.

En esa revisión morfológica, llama particularmente la atención las estructuras reproductoras, se habla de dimorfismo sexual, de cuidado parental, de ciclo de vida y en la medida en que profundizan en esto, va tomando relevancia la reproducción como un aspecto determinante en la dinámica estudiada. Por otra parte, se asocian los individuos de gran tamaño o más grandes a ventajas que pueden ser perjudiciales para la supervivencia de los jóvenes o más pequeños. Conociendo la población de interés desde los anteriores aspectos, se da paso al estudio de su hábitat. La visita al embalse fue una experiencia que ocasionó discusiones entre los estudiantes respecto a qué debían observar y cómo podían vincular el registro de las condiciones ambientales que se sugerían, con la

presencia o ausencia de cangrejos. Preocupados por validar su representación gráfica, comparaban sus datos con los de sus compañeros.

Estas discusiones que se concretizan en esquemas permite constatar que hay una nueva comprensión ecológica desde las poblaciones, se supera la dificultad común en los estudiantes de ver las múltiples relaciones, de explicaciones con sólo una variable, así como la interpretación de causa-efecto de tipo lineal.

Se registró el pH, la temperatura, velocidad de desplazamiento del agua, ingeniosamente siguiendo el recorrido de un corcho en una longitud determinada y el oxígeno disuelto tomado de registros de monitoreo de la Empresa de Energía de Bogotá.

Las interpretaciones multicausales privilegian factores ambientales, climáticos, disponibilidad de alimento relacionada con el aumento de la planta de buchón y este por las épocas de lluvia. Cuando se menciona una causa única es acompañada por una réplica de algún compañero:

-“Peces que se comen los huevos” pero “los cangrejos ponen una gran cantidad de huevos”.

-“La presencia de pescadores” pero “se esconden en el buchón y allá no pueden entrar las lanchas”

Los problemas de interacción o de equilibrio ecológico se esclarecen y se estructuran cuando son pensados en términos de la dinámica de poblaciones. La población constituye el mayor nivel de integración de la Biología evolutiva de hoy día. (Develay y Ginsburger-Vogel, 1986)



Imagen 17: Visita al Embalse de Tominé. Fuente: Propia



Imagen 18: Medición de parámetros ambientales. Calidad del agua. Temperatura. Acidez. Fuente: Propia

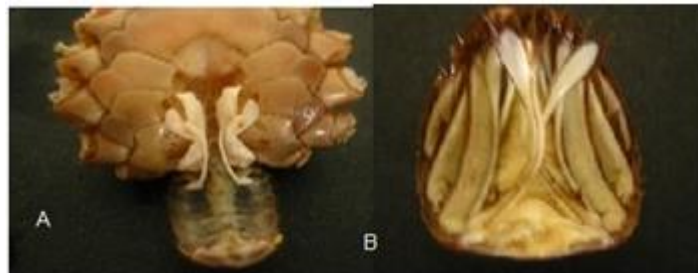


Imagen 19: Estructuras reproductoras en los cangrejos. Reconocimiento de dimorfismo sexual. A. Macho B. Hembra. Fuente: Propia



Imagen 20: Ejemplar estudiado. Macho. Fuente: Propia



Imagen 21: Estudio morfológico. Medición y comparación entre individuos. Fuente: Propia



Imagen 22: Mapa general del embalse de Tominé. Se aplican los colores como representación de la vegetación del lugar. Fuente: Elaboración de los estudiantes.



Imagen 23: Hembras de cangrejos con sus crías: -“somos felices”, como expresión de las relaciones positivas y las condiciones favorables de su hábitat que conlleva el aumento de la reproducción. Fuente: Elaboración de los estudiantes.



Imagen 24: Representaciones del embalse con la caracterización de zonas según el pH, la temperatura y la velocidad de desplazamiento del agua. Fuente: Elaboración de los estudiantes.

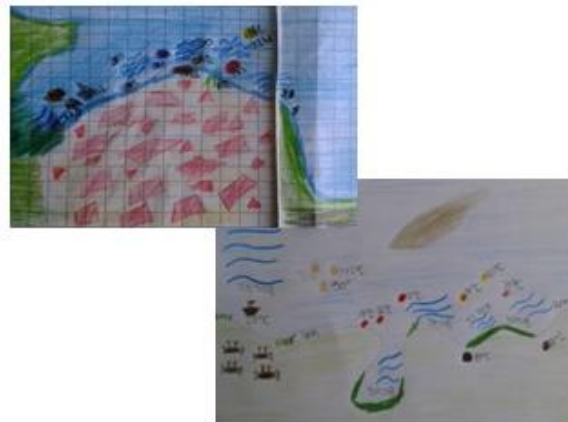


Imagen 25: Delimitación del hábitat de los cangrejos que se corresponde con zonas de aguas tranquilas y de menor temperatura, con abundante vegetación acuática e insectos. Sector pantanoso. Fuente: Elaboración de los estudiantes.

CAPITULO 4: A MODO DE CONCLUSIÓN

4. A modo de Conclusión

Finalizado el trabajo en el aula, e incluso en el mismo desarrollo de las actividades se fueron apropiando elementos de ecología, el modo de hablar, las representaciones que realizaron los estudiantes dan cuenta de los aciertos en la propuesta de aula, en ese sentido Develay et al (1986), deja ver que los conceptos de ecología representan conceptos esenciales, tanto por los contenidos como por la forma de abordarlos.

Los trabajos de campo y la simulación de situaciones que alteran la estabilidad de una población fueron motivadores; especialmente hay que destacar que en las simulaciones, aunque no se restringieron exclusivamente a causas antrópicas, dejan ver que sí existe una preocupación por los problemas ambientales sobre todo en cuanto a disponibilidad de recursos y de destrucción de hábitats. Además la formulación de problemas les dio los elementos básicos para la comprensión de las relaciones de la especie con su entorno, lo cual pensando en las relaciones de los humanos puede contribuir a promover actitudes favorables. Como señala Margalef (1986), los problemas de explotación de la naturaleza son básicamente ecológicos y deben enfocarse más desde un punto de vista educativo que formulando leyes y reglamentos. Conscientes de ello, son numerosos los organismos internacionales que han recomendado presentar de forma apropiada los principios fundamentales de ecología en los distintos niveles de la educación.

Es común en algunas de las referencias consultadas la recomendación de emplear ejemplos de poblaciones vegetales para superar la dificultad de aceptar a las plantas como seres vivos; se puede decir que lo anterior no se dio en el grupo de trabajo, donde las poblaciones vegetales fueron preferidas por la facilidad a la hora de hacer muestreos y conteo de individuos, sin embargo, en la formulación de problemas y modelación de perturbaciones se optaba por animales, y las plantas eran vistas como componentes del hábitat.

Hay una tendencia en los estudiantes a explicar la dinámica de poblaciones haciendo referencia a las relaciones de alimentación, efecto predador-presa, esto lleva a pensar en la relevancia del modelo para el desarrollo de disciplina.

En ningún momento se hace explícita una definición de ecología, especie o población al parecer se establece un acuerdo tácito en la medida que se van generando discusiones sobre los procesos biológicos, las relaciones que establecen, y las variaciones en número de individuos.

En las socializaciones de los estudiantes se reconoce la ecología de poblaciones como un problema de conocimiento, al contribuir en la consolidación de un lenguaje que se va nutriendo de un vocabulario; que cobra significado, con consideraciones alternativas las cuales se construyen en colectivo; se facilita la construcción de un discurso argumentado, se muestran las nociones que se enlazan para dar significado a la dinámica poblacional como estructurantes de la ciencia capaces de construirse a partir de la interpretación de experiencias. Como lo expresa el Ministerio de Educación Nacional, la enseñanza de las ciencias naturales es un proceso de culturización social, que trata de conducir a los estudiantes más allá de las fronteras de su propia experiencia a fin de familiarizarse con nuevos sistemas de explicación, nuevas formas de lenguaje y nuevos estilos de desarrollo de conocimientos (Hogan y Fisherkeler, 1996). La construcción del conocimiento no se produce de forma aislada sino que está inmersa en el contexto social que lo influye y la determina en gran medida. Es necesario por tanto, plantear de forma diferente la presentación de la ciencia a los estudiantes a fin de que ésta sea percibida como una construcción social; orientando las actividades cotidianas hacia enfoques didácticos que comprendan los aspectos sociales del conocimiento científico y, así mismo, favorezcan la concepción del aprendizaje escolar como una tarea social (MEN, 2006).

El análisis que se realiza deja ver la relación entre algunos conceptos ecológicos, las dificultades que se presentan cuando se dejan de manera implícita y los aspectos por superar, esto le permite a los profesores diseñar nuevas actividades de clase para ir más allá de acceder al concepto de población, como se propone en otros trabajos, éste se construya desde la comprensión de su dinámica.

La propuesta no añadió nuevos contenidos, ni siquiera tuvo la pretensión de modificarlos, se abarcaron aquellos contemplados tradicionalmente, la distribución de individuos, la densidad dada en un área, el crecimiento y como parte de este, la natalidad, la mortalidad, la migración, pero ampliando las experiencias, de manera que se comprendiera la interrelación de componentes; se lograra profundizar en los conceptos estructurantes (heterogeneidad, perturbación, estocasticidad, multicausalidad) y el modo de pensarse como grupo. Este pensamiento lleva a señalar la individualidad de cada sujeto dentro del mundo, lo que significa que cada individuo es distinto de los demás, integrante de una población de individuos únicos, lo que podría incentivar una transformación actitudinal.

BIBLIOGRAFÍA

- Acot, P. (1990) *Historia de la ecología*. Madrid: Taurus.
- Andrewartha, H. G. y Birch, L. C. (1954). *The Distribution and Abundance of Animals*. Chicago, Illinois: The University of Chicago Press.
- Barona, J. & Gómez, X. (1998) *La correspondencia de Carolus Clusius con los científicos españoles*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R. (1990). *Ecology: Individuals, Populations, and Communities* (2.^a edition). New York: Cambridge University Press.
- Berzal de Pedrazzini, M. & Barberá, O. (1993) "Investigación y Experiencias Didácticas". *Enseñanza de las ciencias*, 11 (2), 149-159.
- Brown, J. H. (1991). "Methodological Advances. New Approaches and Methods in Ecology". En Real, L. y Brown, J. (eds.) *Foundations of Ecology*. Classic Papers with Commentaries. Chicago: University of Chicago Press.
- Cole, L. (1958) "La ecoesfera". *Scientific American* 198 (4), 83-92
- Dajoz, R. (1974). *Dynamique des populations*. Paris: Masson.
- De Angelis, D. L. & Waterhouse, J. C. (1987). "Equilibrium and non-equilibrium concepts in ecological models". *Ecological Monographs* 57: 1-21.
- De Sousa Santos, B. (2010) *Refundación del Estado en América Latina. Perspectivas desde una epistemología del Sur*. La Paz: Plural editores.
- Deléage, J. (1993). *Historia de la ecología. Una ciencia del hombre y de la naturaleza*. Barcelona: Icaria Editorial S.A.
- Develay, M. & Ginsburger-Vogel, V. (1986) "Population" *Aster*, 3, 19-71
- Elton, C. S. (1927). *Animal Ecology*. London: Sidgwick and Jackson.
- Fariña, J.; Castilla, J. & Camus, P. (1997) "Los conceptos de equilibrio y no-equilibrio en ecología de comunidades". *Revista chilena de historia natural* 70: 321-339.
- Fundación Azul Ambientalistas (s.a.) *Charles Darwin, Biólogo, Botánico y Naturalista Inglés*. Venezuela: Universidad de Zulia. Recuperado de: <http://www.azulambientalistas.org/charlesdarwin.html>

- Gurrutxaga, M. & Lozano, P. (2008) "Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida Silvestre". *Estudios Geográficos*, LXIX, 265: 519-543.
- Hall, S. (ed.) (1997). *Representation: Cultural Representations and Signifying Practices*. London: Sage Publications.
- Hanski, I. (1982) "Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis". *Oikos* 38: 210-221.
- _____ (1998) "Metapopulation dynamics". *Nature*. Vol. 396: 41
- Jiménez Tejada, M. (2009) *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Granada. Granada
- Kadmon, R. (2004) "Effect of roadside bias on the accuracy of predictive maps produced by bioclimatic models". *Ecol* 14: 401-413.
- Krebs, C. J. (1986). *Ecología*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- León Gómez, N. (2006). "La probabilidad en los textos de matemática de 7° grado de educación básica". *Investigación y Postgrado v.21 n.2*. Caracas.
- Levins, R. (1970). *Evolution in Changing Environments*. Princeton: Princeton University Press.
- Margalef, R. (1986) *Ecología*. Barcelona: Editorial Omega
- Mayr, E. (1963) *Animal Species and Evolution*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- _____ (1997) *This is Biology: The Science of the Living World*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- _____ (2006) *Por qué es única la biología: reflexiones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires: Katz Barpal Editores.
- McNaughton, S. J. & Wolf, L. L (1984). *Ecología General*. Barcelona: Editorial Omega
- Meling López, Alf Enrique. () *La Ecología en la cuarta dimensión*. Ruta Crítica. Universidad de Sonora

- MEN (2006) "La formación en ciencias: ¡el desafío!". *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional
- Mills, L. S. (2007). *Conservation of Wildlife Populations. Demography, Genetics, and Mangement*. Oxford: Blackwel.
- Morris, F. W (2002). *Quantitative Conservation Biology. Theory and Practice of Population Viability Analysis*. Sunderland: Sinauer.
- Murcia, N. & Jaramillo, L. (2001). "La complementariedad como posibilidad en la estructuración de diseños de investigación cualitativa" *Cinta Moebio* 12, 194-204.
- Núñez, P. G. (2001) *Distancias entre la ecología y la praxis ambiental*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Odum, E. P. (1953). *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders.
- _____ (1969). "The Strategy of Ecosystem Development". *Science*, 164, 262-70.
- Ortiz, R. (2000). "Análisis de rutas en biología: estadística para sistemas multicausales". *Interciencia*, 329-336.
- Piaget, J. (1968) *La construcción de lo real en el niño*. Buenos Aires: Proteo.
- Pisanty, I. (2003). "Integración de conceptos de ecología, manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en programas de conservación de ecosistemas". En Sánchez, O.; Vega, E.; Peters, E. & Monroy-Vichis, M. (Eds.) *Conservación de Ecosistemas de Montaña en México*. México: Instituto Nacional de Ecología. Consultado el 10 de septiembre 2014 y disponible en: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/pisanty.html>>
- Pozo, J. y Carretero, M. (1987) "Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿qué cambia en la enseñanza de las ciencias?". En: *Infancia y Aprendizaje*. No. 38.
- Reyes, L. (2009) *Historia de la ecología*. Tesis de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Sánchez Rojas, G. & Rojas Martínez, A. (2007) Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sarmiento, P. (2000). *La filosofía de la biología de Ernst Mayr: problemas biológicos y filosóficos en las teorías de la evolución*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Seinfeld, J. & Steimberg, C. (Productores); Smith, S. & Hickner, S. (Directores) *Bee. La historia de una abeja*. [Cinta cinematográfica]. Estados Unidos: DreamWorks animation.
- Sousa, W. P (1979) "Disturbance in marine intertidal boulder fields: the non-equilibrium maintenance of species diversity". *Ecology* 60: 1225-1239.
- Susser, I. (1991) *Conceptos y estrategias en epidemiología. El pensamiento causal en las ciencias de la salud*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Tamayo, M. (2004) *Evolución de las teorías biológicas evolutivas en libros de texto de enseñanza en Chile*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada.
- Tansley, A. (Julio 1935). "The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms". *Zeitschrift Ecology* 16 (3), pp. 284-307.
- Terradas, J. (2001) *Ecología urbana*. Barcelona: Rubes Editorial S.L.
- Traveset, A.; Valladares, F.; Vilà, M.; Santamaría, L. (Septiembre 2004) "De la ecología de poblaciones y comunidades a la de ecosistemas: avances recientes y futuros desafíos". Asociación Española de ecología terrestre. *Ecosistemas* 13 (3), 100-108.
- Turchin, P. (2001) "Does Population Ecology Have General Laws?" *Oikos*. Vol. 94, Fasc. 1 (Jul., 2001), pp. 17-26.
- Valverde, T.; Cano-Santana, Z.; Meave, J. & Carabias, J. (2005). "Organización de los seres vivos de distintas especies". Cap. 5. *Ecología y Ambiente*. México: Pearson Prentice Hall.
- Vega E. & Peters, E. (2000) "Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas". *Dirección de Conservación de Ecosistemas. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología*. México.

ANEXOS

PROPUESTA DE AULA



El nivel escolar al cual está dirigida la propuesta de aula es el grado octavo de educación básica secundaria, la edad promedio de los 26 estudiantes que conforman el grupo de trabajo es de 13 a 16 años.

Para el desarrollo de la presente propuesta se consideran 24 horas o 12 sesiones de clase, correspondientes a 6 semanas. El diseño y la implementación, están estructuradas teniendo en cuenta los lineamientos de los estándares básicos de competencias para las Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, de tal manera que plantea temáticas para un periodo académico.

Adicionalmente la propuesta con unos objetivos particulares en cuanto a la enseñanza de la ciencia, la motivación de los estudiantes a aprender las ciencias o, más aún, entender que la ciencia se construye colectivamente como una actividad cultural, se espera observar habilidades como relacionar, inferir, argumentar, proponer.

Las actividades que se exponen intentan enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que tengan la necesidad de conocer, generándose nuevas preguntas que conducen a construcciones explicativas y profundicen en aspectos que les permitan tener una mirada más dinámica e histórica del mundo natural; siendo cada sesión de clase un espacio para profundizar en la comprensión del objeto de estudio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Construir una ruta para el estudio de las poblaciones naturales que permita profundizar en su riqueza y complejidad ecológica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Abordar la ecología de población con la complejidad de su comprensión.
- ✓ Generar habilidades de pensamiento en el estudiante que sean acordes a los procesos desarrollados en las Ciencias Naturales.
- ✓ Analizar la ecología de poblaciones como un Problema de conocimiento.

EL EMBALSE DE TOMINÉ COMO UN ESPACIO PARA LA CONSTRUCCION DE EXPLICACIONES

En el contexto de la investigación, existe un espacio que resulta ideal para el desarrollo de las actividades, al ofrecer diferentes alternativas para comprender la dinámica poblacional desde la mirada del entorno del estudiante, haciendo referencia a la diversidad de paisajes y particularmente al embalse de Tominé dada la relación cercana que se tiene con él.

Comprender la ciencia en su entorno, lleva a que los profesores se involucren en la planificación de actividades de enseñanza que sean problemáticas para los estudiantes.

Como elemento diferenciador, el Embalse de Tominé pasa de ser un área de trabajo de fin de semana o solo un lugar de esparcimiento, a ser una fuente de observaciones, de discusiones y de construcción de conocimientos; su estructura, su localización, sus cuencas, el entorno, pueden ser utilizados didácticamente en el diseño de actividades de enseñanza que sean problemáticas para los estudiantes.

El embalse no es de interés para los estudiantes, pero se busca una interacción con el medio, que los lleve a plantearse interrogantes, buscar salida a los interrogantes y fortalecen la capacidad de indagar y elaborar explicaciones derivadas de las experiencias en el contacto directo con este contexto natural.



TABLA 1: PROPUESTA DE AULA

FASE	PROPOSITO	ACTIVIDADES	CONCEPTOS ESTRUCTURANTES	REGISTROS	TIEMPO
GEOGRAFÍA IMAGINARIA	Reconocer límites naturales y artificiales, características del relieve, clima, flora y fauna de las regiones	Caminata veredas Dibujo desde la representación de su territorio Mapa de Guatavita	Distribución Densidad Limite poblacional Condiciones geográficas	Esquema representativo Mapa	4h
	Comprensión de un paisaje, desde las representaciones. Determinación de Condiciones geográficas. Identificación de límites poblacionales.	Reconocimiento de patrones espaciales empleando imágenes satelitales de Google Earth. Explicación de patrones espaciales		Construcción con Google Earth	2h
CUENTOS DE LOS ABUELOS	Reconocer los cambios en las condiciones ecológicas del embalse en el transcurso de la historia de Guatavita	Entrevistas elaboradas por los estudiantes, aplicadas a abuelos, padres y vecinos.	Transformación Dinámica Condiciones Paisaje Tiempo - causalidad	Entrevistas	2h
		Discusión generada a partir de la pregunta problema, los estudiantes construyen un mapa comparativo frente a las modificaciones ecológicas (paisajísticas) del Embalse		Minicarteles: registro gráfico comparativo	
	Comprender las relación población – ambiente. Las poblaciones tienen historia.	Charla de oso andino (Páramo de Martos)		Matriz comparativa Cronos : Es un software educativo que sirve para elaborar líneas de tiempo	1h
				Documento descriptivo	2h

FASE	PROPOSITO	ACTIVIDADES	CONCEPTOS ESTRUCTURANTES	REGISTROS	TIEMPO
A PASO DE CANGREJO	Estudio de condiciones ecológicas desde el establecimiento de estas y sus medidas.	Salida de campo (Embalse de Tominé) Registro de mediciones ambientales, T°... OD Consulta CAR - Empresa de energía: resultados de muestreo.	Limite poblacional Hábitat Condiciones ecológicas Heterogeneidad causalidad	Mapa del embalse: patrones horizontales y verticales.	4h
	Propiedades individuo – propiedades emergentes en las poblaciones	Estudio sobre la biología de los cangrejos. Clasificación taxonómica Reproducción	Heterogeneidad.	Informes escritos de forma grupal Registro fotográfico	2h
	Variabilidad dentro de la población	Estadísticas de datos dentro de una población.		Documento explicativo de las situaciones presentadas.	2h
	Alteración del funcionamiento de las poblaciones.	Película Bee Análisis de una situación que altere el equilibrio en la población y explicación del comportamiento de la población ante la misma	Heterogeneidad causalidad Índices		2h



Se presenta una serie de 3 Fases con sus actividades relacionadas; diseñadas pensando en generar procesos de desarrollo de habilidades de pensamiento y aprendizaje significativo en los estudiantes. Atendiendo al marco disciplinar establecido e ir profundizando en él, a través de los conceptos estructurantes que se señalan.

Las Fases planteadas se desarrollan a partir de algunos conceptos estructurantes; la primera contempla las condiciones geográficas; la segunda pretende la confrontación con saberes ecológicos establecidos; la tercera el acercamiento al sistema poblacional entendido como el límite de la población y las relaciones que se establecen, de manera que se llega a una actividad concreta al respecto.

Cada fase tiene un tiempo asignado de acuerdo a la complejidad de las actividades, en cada una se adoptan diferentes formas de trabajo, grupal, individual, parejas, equipos o toda la clase, pero con registros o entregables individuales, esto con el fin de apoyar la construcción colectiva, pero en igual medida el sentido de apropiación en la elaboración de lo que se está construyendo en torno a la ecología de poblaciones. De Manera que se desarrollara un registro en cada una de las sesiones, que dé cuenta de las construcciones elaboradas y permita el posterior análisis de resultados de la propuesta en la búsqueda de transformar la enseñanza de las poblaciones.

En general la secuencia de actividades corresponde a un ejercicio de introducción o iniciación que brinda herramientas al estudiante para el posterior desarrollo de ejercicios de mayor complejidad y finalmente la elaboración de la síntesis de la actividad, que consiste en un registro, esquemas y textos, que dan cuenta de la actividad realizada.

Se da valor a la discusión en grupo por el análisis colectivo, así como a la discusión en plenaria de donde se sacarán conclusiones, el análisis y evaluación de situaciones, la confrontación de puntos de vista.



1. GEOGRAFÍA IMAGINARIA



Por definición, la ecología se encarga del estudio de las relaciones entre los organismos y su ambiente (Begon et al. 1995). Dado que tanto los organismos como los factores abióticos que definen los ecosistemas presentan en la mayor parte de casos marcados patrones espaciales, el estudio de estos patrones es clave para poder entender las relaciones poblacionales.

De manera que el patrón espacial de los organismos afecta a su capacidad competitiva y a su esfuerzo reproductivo (Stoll y Prati 2001) y la presencia de diferencias espacial en la distribución de los factores abióticos afecta a un sinnúmero de procesos ecológicos, modificando atributos como la diversidad, influyendo en interacciones bióticas como la depredación (Kaiser 1983) y el parasitismo, aumentando la estabilidad de una población modificando los procesos de dispersión, colonización y supervivencia.

Comprender la población desde sus condiciones de restricción espacial permite comprender que la población no es solo la sumatoria de individuos sino que hay unos vínculos que están definidos en un espacio- tiempo particular.

Actividad 1: Emociones- percepciones-imaginaciones

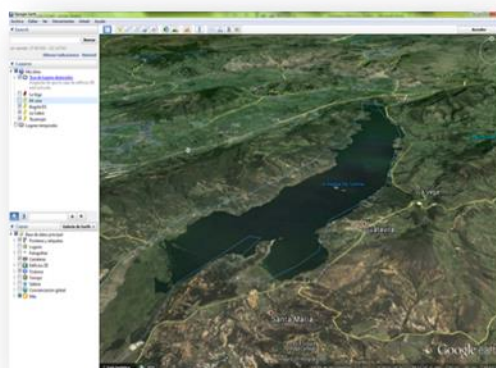
Esta actividad pretende, articular la experiencia del estudiante en su vereda, en el camino a su casa con las experiencias de la clase, de manera que les permita situarse en el territorio que habitan y además lograr representarlo. Para lo anterior se plantea:

- ✓ Realizar una caminata a la vereda de Hatillo
- ✓ Situados en diferentes paisajes encontrados en el recorrido, reconocer las características del relieve, el clima, la flora y la fauna presente.
- ✓ Exponer luego de realizarlo, un dibujo personal de la representación del territorio.
- ✓ Empleando un mapa de Guatavita reconstruir la ruta seguida, delimitando las veredas, señalando características ecológicas particulares por áreas.



Actividad 2: Patrones espaciales

La observación del entorno, del paisaje depende del punto de vista o de referencia del observador de ahí, que se parta de las experiencias previas, los conocimientos y las emociones de los estudiantes, pero también, de aquello que se pretende ver. Los significados diferentes a esos elementos, pero no solo por sus distintas experiencias y conocimientos sino, fundamentalmente, por el grado de abstracción que puedan lograr. Posteriormente se orienta la construcción de ideas generales que permiten la comprensión de un paisaje, desde las representaciones. Para lo anterior se plantea:



- ✓ Observar imágenes satelitales de Google Earth para ubicarse geográficamente, identificar el embalse, las veredas, el paisaje, incluso la casa donde viven. Estructuras de relieve, límites de vegetación.
- ✓ Registrar datos de altitud, pendiente, recorriendo el relieve que se muestra.
- ✓ Reconocer la geometría, el color como parte de las características propias de ese tipo de representaciones y qué dicen acerca de lo que están representando.

Orientación de las discusiones

¿Qué sitios son desérticos, áridos, o húmedos, fríos? ¿Qué colores se ven, porqué se presentan esos colores? ¿Qué son las zonas áridas? ¿Cuáles son sus características? ¿Cómo se pueden relacionar las coloraciones diferentes con los paisajes que se han descrito? ¿Se pueden establecer límites en las representaciones que se observan? ¿Cómo son los límites que se reconocen, qué le permite decir que hay un límite? ¿Bajo qué condiciones naturales pueden desarrollarse las plantas que se representan? ¿Qué elementos naturales se ven modificados por los cultivos, la construcción de canales y caminos, de viviendas? ¿Cuáles son las causas de la existencia de las diferentes zonas?

2. ME CONTARON LOS ABUELOS QUE HACE TIEMPO...



El factor tiempo siempre ha estado en el centro de la ecología de poblaciones, se ha tenido en cuenta para dar explicación a la estructura y la dinámica de las mismas, esto es, la densidad, la distribución, abundancia, proporciones de edades, sexos; pero la pregunta central se orienta a por qué estos datos de la población cambian con el tiempo, cuáles son las condiciones bajo las que una población fluctúa, encontrándose que diversos mecanismos ecológicos son responsables.

Para Huffaker, Berryman & Turchin (1999), la dinámica de poblaciones es el estudio de cómo y por qué cambian las cifras de población en el tiempo y en el espacio. Por lo tanto, en dinámica de población documentan los patrones y los mecanismos que explican dichos patrones.

Esta fase resulta realmente interesante en la medida en que surgen preguntas ante los cambios de un escenario cercano como el embalse de Tominé, la indagación a los abuelos sobre las variaciones que se han dado en el número de individuos, desaparición de especies, transformación del paisaje, cómo fueron apareciendo y desapareciendo irregularidades. Preguntas que para muchos pueden no tener respuestas satisfactorias, que llevan a pensar en una razón más profunda para el estudio de las poblaciones naturales, las causas de su dinámica, y con éstas llegar a la comprensión de la ecología de poblaciones.

Actividad 1: Visitando a los abuelos

A través de conversaciones con los abuelos, se pretende obtener información de las transformaciones visibles en el paisaje, de la flora y la fauna del lugar en el proceso de formación del embalse, así como en el transcurso de su explotación hasta la delimitación de este como fuente turística, es decir, que los abuelos a través de sus cuentos permitan una aproximación a las transformaciones ecológicas del embalse. Para lo anterior se plantea:



- ✓ Diseñar entrevistas para ser aplicadas a abuelos, padres y vecinos sobre los cambios en las condiciones ecológicas del embalse en el transcurso de la historia de Guatavita.

- ✓ Elaborar minicarteles como registro gráfico comparativo de la transformación del embalse.

Actividad 2: Yo propongo, tú propones, juntos construimos.

A partir de las entrevistas realizadas en la actividad anterior, se plantea una discusión orientada a establecer comparaciones frente a las modificaciones del paisaje del Embalse. Como resultado de la discusión, los estudiantes construyen un mapa comparativo que les permita elaborar de un friso que reúna los aspectos discutidos.

Actividad 3: Tras las pistas del Oso



La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca adelanta el programa Nacional de Conservación del Oso Andino, presente en los límites de Guatavita, Gachetá y Guasca. Como parte del programa ofrecen charlas de sensibilización en estos municipios, en las que exponen la situación actual de la especie a nivel nacional, regional y local, las características particulares de estos osos, su condición de endemismo y su distribución en Colombia limitada a las tres cordilleras. Dada la considerable extensión de páramos y bosques alto andinos en Cundinamarca, su distribución y presencia pueda haber sido más amplia en un pasado no muy lejano.

La asistencia a esta Charla puede enriquecer la visión del estudiante en cuanto a nuevos componentes en el estudio, distribución geográfica de la especie, hábitat, estado de conservación o amenazas y probabilidad de ocurrencia.

Orientación de las discusiones

¿Cómo se puede interpretar la afirmación que para algunas de las poblaciones que habitaban el área, la construcción del embalse fue una catástrofe? ¿Cómo interpretan las diferentes huellas naturales, qué dicen de lo ocurrido? ¿Qué respuestas muestran las poblaciones ante la modificación de su hábitat? ¿Dónde están las poblaciones naturales? ¿Cuántos son? ¿Cómo reacciona el ambiente ante la variación en número de los organismos? ¿Qué situaciones modifican el tamaño poblacional? ¿Qué factores varían de acuerdo a la densidad del paisaje? ¿En qué se diferencian una población de otra? ¿Se pueden establecer estados de transiciones en la historia del embalse?



3. A PASO DE CANGREJO



Para el estudio de la población la debemos considerar interactuando con el ambiente, como un sistema Población + Ambiente. En ese sentido, se estudia la población misma, que puede estar formada por subcomponentes (individuos de distintas edades, sexos, tamaños) los recursos: alimento, refugios, espacio, nutrientes, luz, agua, las condiciones de temperatura, humedad, precipitaciones, salinidad, pH, y su variabilidad, así como los enemigos, sean predadores, patógenos, parásitos, competidores.



Siguiendo las consideraciones anteriores, se inicia por el reconocimiento del hábitat de una población en particular, en este caso se propone la población de cangrejos, por ser vistos frecuentemente en el embalse y el embalse por ser un espacio al que se ha hecho un seguimiento histórico y puede enriquecerse con la determinación de sus condiciones actuales.



Al tener en cuenta que las características y procesos del nivel poblacional están determinados por las características y procesos del nivel individual, pero no todas son la simple suma de estos, sino que hay propiedades emergentes.



Actividad 1: Salida de campo (Embalse de Tominé – Vereda Tominé de Blancos)

En esta actividad se busca determinar a través del registro de condiciones ambientales cuantificables, la variabilidad espacial en cuanto a una determinada propiedad.



Se aborda desde las descripciones hacia el registro de mediciones.



- ✓ Describir el lugar donde cada uno de los estudiantes viven.
- ✓ Observar y describir el hábitat de los cangrejos: en grupos se ubican en un espacio alrededor del embalse (embarcadero oriental), observar y explicar los criterios que utilizaron en la observación.
- ✓ Registrar las mediciones de las condiciones ambientales.
- ✓ Consultar con la Empresa de energía de Bogotá los protocolos de muestreo, y resultados de los análisis ambientales hechos al embalse.
- ✓ Registro fotográfico



Actividad 2: Reconociendo al cangrejo

- ✓ Estudiar sobre la biología de los cangrejos. Observación en el laboratorio de individuos, (1 macho y 1 hembra). Identificación de estructuras y características determinantes.
- ✓ Consultar sobre la reproducción del cangrejo.
- ✓ Hacer un registro fotográfico.



- ✓ Elaborar el informe de laboratorio.

La modificación de las condiciones ambientales afectan una población particular, sin embargo la variabilidad dentro de la población permite la emergencia de características particulares logrando mantenerse durante dichas modificaciones, si bien los individuos son representantes de la población, un individuo nos permite acercarnos a las características propias de la población.

- ✓ Tomar medidas los cangrejos y sacar promedios y medida más frecuente
- ✓ Discusión de las diferencias entre los individuos de una población

Orientación de las discusiones



¿Cómo puede caracterizarse una población? Un disturbio tiende a generar un cambio en la estabilidad? cómo se manifiesta la población en relación a un disturbio? ¿Cuáles son los problemas que tienen que resolver los organismos para ser exitosos en su ambiente? ¿Qué estrategias usan los diferentes grupos de organismos para permanecer? ¿Cuáles son las condiciones que toleran? ¿Pueden resolver problemas térmicos? Qué tipo de reproducción presentan los cangrejos? ¿Cuáles son las ventajas de este tipo de reproducción, y las desventajas? Existe relación entre territorialismo, agresividad y cortejo? ¿Qué beneficios y posibles problemas conlleva organizarse en grandes poblaciones? ¿Cómo se define éxito reproductivo? ¿Por qué hay especies animales que abandonan el área donde nacieron? ¿Qué tipo de factores influyen la selección de hábitat? ¿Pueden preferir distintos tipos de hábitat? Que cangrejos tendrán mayores probabilidades de sobrevivir, grandes, pequeños? Si se cruzan muy grandes con muy pequeñas ¿Cómo serían los descendientes más abundantes? ¿Qué condiciones deben ocurrir para que se formen grupos más pequeños? ¿Cuáles podrían ser los posibles enemigos de los cangrejos?

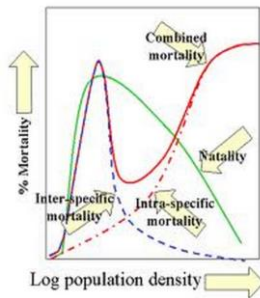
Se permite identificar otros conceptos estructurantes como los de organización, diversidad, interacción intra-inter especie, conservación, relación causa-efecto. Contemplar estos conceptos dota de mayor valor y coherencia a la propuesta.

Actividad 3: Película Bee

- ✓ Observación de la película BEE, historia d una abeja
- ✓ Análisis grupal de la situación presentada en la película, desde la comprensión de la causalidad y las relaciones interpoplacionales.



Orientación de las discusiones



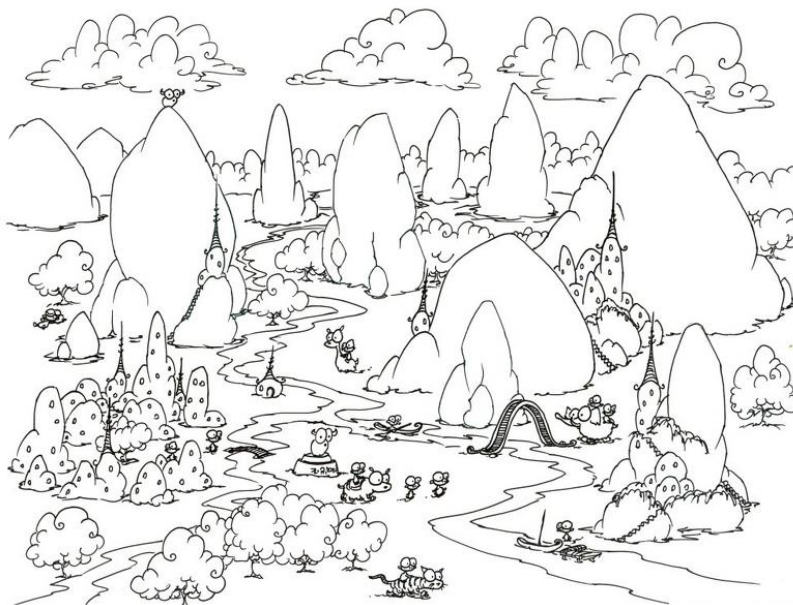
Qué ocurre si se rompe una de las relaciones que se han establecido entre dos poblaciones ecológicas? ¿Por qué aumenta la densidad de predador la competencia aparente? ¿Cuáles son sus propiedades emergentes de una población? ¿Qué significa que una población esté en equilibrio ecológico? ¿Cómo se puede medir el equilibrio? ¿Cuáles son los factores que determinan la diversidad? ¿Cómo se relaciona la heterogeneidad

espacial con la diversidad? ¿A qué responde la secuencia de aparición y desaparición de los individuos en la población? ¿Qué son las perturbaciones? ¿Qué importancia tienen desde el punto de vista de las propiedades de las poblaciones?

GUÍA 1 : EL SURGIMIENTO POBLACIONAL ¿DE UNO EN UNO?

I.E.D Pio XII - Guatavita
Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Profesora: Carolina Camargo Celis

La propuesta que vamos a iniciar nos llevará a comprender qué es una población ecológica, cómo se puede delimitar, estudiar y representar. La propuesta consta de tres fases; la primera contempla las condiciones geográficas; la segunda pretende la confrontación con saberes ecológicos establecidos; la tercera el acercamiento al sistema poblacional entendido como el límite de la población y las relaciones que se establecen en ella, la cuarta fase de simulación de poblaciones en las que se establecen todas las condiciones que enmarcarían la dinámica poblacional.

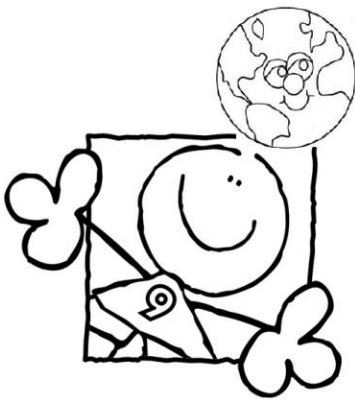


Cada fase tiene un tiempo asignado de acuerdo a la complejidad de las actividades, en cada una se adoptan diferentes formas de trabajo, grupal, individual, parejas, equipos o toda la clase, pero con registros o entregables individuales, esto con el fin de apoyar la

construcción colectiva, pero en igual medida el sentido de apropiación en la elaboración de lo que se está construyendo en torno a la ecología de poblaciones¹⁹.

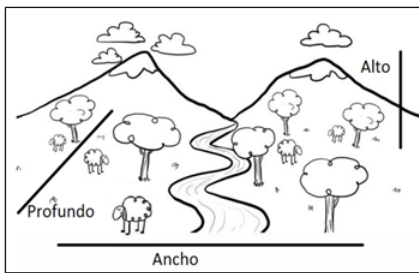
Esta primera fase: Geografía imaginaria busca que reconozcamos diferentes maneras de representar, que se usan a nivel de la geografía pero que tienen mucha importancia para el estudio de los seres vivos y sus relaciones con el medio que habitan²⁰.

Vamos a desarrollar actividades que nos ayudarán a ubicarnos dentro de un mapa y a elaborar esquemas a partir de nuestras observaciones, a la vez vamos a identificar y caracterizar las condiciones de los organismos que encontramos en un lugar determinado.



Se presentan a continuación diferentes actividades que le permitirán reconocer límites naturales y artificiales, características del relieve, clima, flora y fauna de la región. Iniciando por un acercamiento a las representaciones como herramientas para la comprensión de un paisaje, a través de ellas relacionar condiciones geográficas, características ambientales y límites poblacionales.

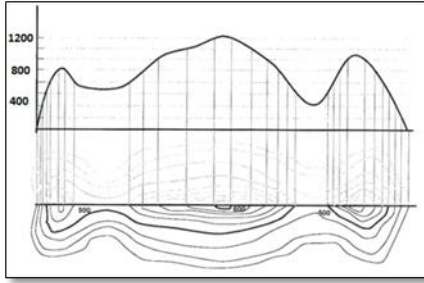
LAS REPRESENTACIONES



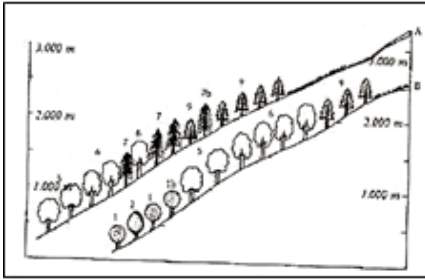
1. Plano

¹⁹ La ecología se encarga del estudio de las relaciones entre los organismos y su ambiente (Begon et al. 1995). Dado que tanto los organismos como los factores abióticos que definen los ecosistemas presentan en la mayor parte de casos marcados patrones espaciales, el estudio de estos patrones es clave para poder entender las relaciones poblacionales.

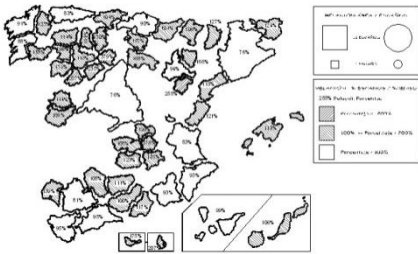
²⁰ El patrón espacial de los organismos afecta a su capacidad competitiva y a su esfuerzo reproductivo (Stoll y Prati 2001) y la presencia de heterogeneidad espacial en la distribución de los factores abióticos afecta a un sinnúmero de procesos ecológicos, modificando atributos como la diversidad, influyendo en interacciones bióticas como la depredación (Kaiser 1983) y el parasitismo, aumentando la estabilidad de una población modificando los procesos de dispersión, colonización y supervivencia.



2. Perfil de relieve



3. Distribución de vegetación



4. Mapa temático



5. Mapa político

Un gráfico es una representación visual que utiliza elementos geométricos (líneas, círculos, rectángulos, etc.). Podemos hacer gráficos como los mapas que se utilizan para señalar la ubicación de diferentes elementos de un lugar o también se pueden usar gráficos como los que se usan en matemáticas para representar algunas relaciones entre números, proporciones o datos. En este caso vamos a utilizar gráficos que nos permiten representar diferentes espacios con su información geográfica.

La utilidad de los gráficos reside en la facilidad que proporciona para la comprensión del fenómeno estudiado, de una serie de información que se pretende dar a conocer, en el caso de las poblaciones se puede representar gráficamente su distribución, tamaño, y las relaciones existentes entre variables. Por ejemplo, cómo varía la población de truchas en una laguna en relación con la temperatura del agua o la presencia de alimento o la variación de aves en relación con la presencia de cierta planta que utilizan para anidar.

Dependiendo de lo que se quiere representar se utiliza uno u otro tipo de gráficos. Veamos algunos ejemplos:

Se representa un superficie real como un pueblo sobre una superficie más pequeña como una hoja de papel, para esto es necesario tener en cuenta ir reduciendo de manera proporcional el tamaño real de un espacio, también se debe hacer la proyección para saber que está más cerca o más lejos y además indicar

la topografía, que es dibujar en el eje vertical las alturas, apareciendo el perfil del relieve.

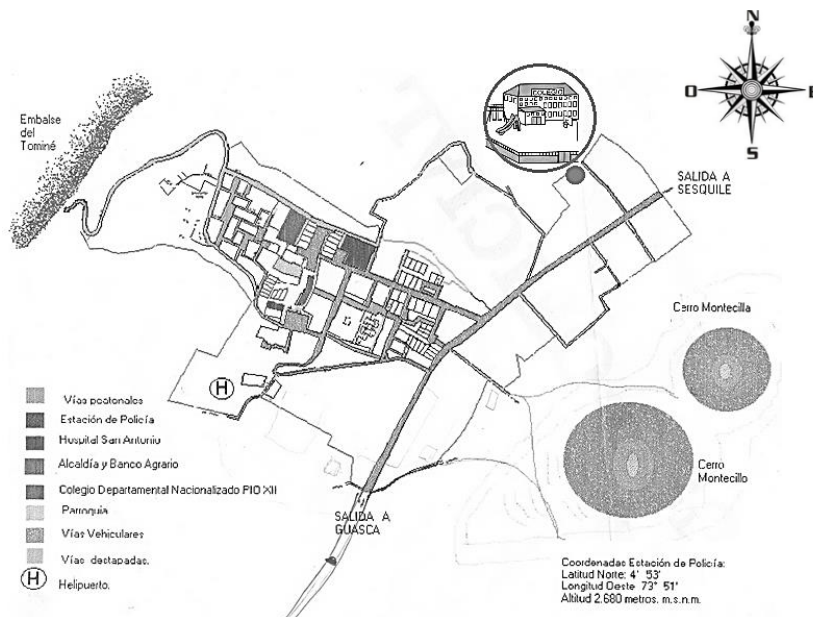
Se puede dibujar la distribución escalonada de los tipos de vegetación en las zonas montañosas ocasionada por el aumento de altitud, como se muestra en la tercera imagen; se ubica en el eje vertical se mide la altura de la elevación montañosa. Incluso se representa con un color diferente aquellas superficies que están a distinta altura. También, se hacen mapas temáticos en los cuales se localiza la información en puntos concretos, puede ser utilizando símbolos o colores por sectores.

Actividad preliminar



¿DÓNDE ESTÁ MI CASA?

1. Observe la siguiente representación de nuestro municipio, ubicado en ella señale el hospital, la plaza de artesanos. Además de los puntos anteriores señale en ella tres lugares que le sean conocidos. Seleccione una figura (asterisco, punto, estrella, bolita, cuadrado) para cada una y colóquela con el nombre en la parte inferior.



1. _____
2. _____
3. _____

2. a. Observe el paisaje alrededor de su casa y haga una descripción de él, teniendo en cuenta la vegetación, los animales presentes, las construcciones, el camino al colegio, las vías de acceso, los lugares más cercanos, el suelo, el clima y otras características que considere importantes.

b. Elabore en 1/8 de cartulina blanca una representación del lugar que ha descrito, ubicando los puntos cardinales, la presencia o distancia probable al colegio y destacando las características descritas.

3. Apoyado en las observaciones realizadas, escoja un grupo de plantas presentes en el lugar, cuente el número de plantas que conforman el grupo, y observando una de ellas con mayor detalle, enuncie sus características subrayando aquellas que sean especiales para vivir en el lugar donde se encuentra.
4. Realice un registro fotográfico (5 fotos) de las dos actividades anteriores, para darlas a conocer al resto de la clase.

Actividades de clase



¡TENEMOS ALGO EN COMÚN!

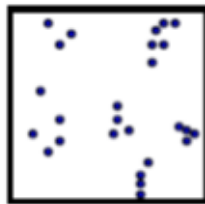
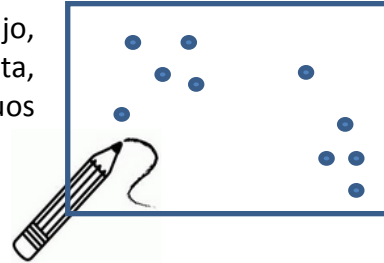
1. Organícese con los compañeros del curso que vivan cerca a su casa, que pertenezcan al mismo sector o a la misma vereda (no más de cuatro), establezcan en el grupo las características que son comunes en las descripciones hechas en la actividad anterior y elaboren una representación del lugar que han descrito. Destacando las características comunes para presentarlas al resto de la clase.
2. Con el mismo grupo de trabajo, enumere las características comunes de las plantas descritas que hacen que la presencia de cierta planta sea más abundante o escasa en ciertos lugares, para eso deben seleccionar una o dos especies por grupo y decir dónde se encuentran más y dónde no están.



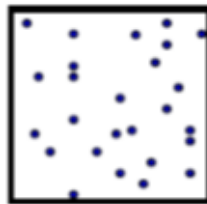
RECORRIENDO EL TERRITORIO

Luego de la socialización de las características del lugar donde vive, que ahora es un territorio común a otros compañeros. Se realizará una caminata por la vía a la vereda de Hatillo. Para esta caminata debe asistir con uniforme de educación física, debe llevar agua para hidratarse; la carpeta con las guías de trabajo, un acetato, marcador permanente, lápiz y una libreta de apuntes.

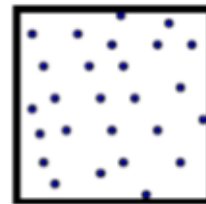
1. Escriba los datos temperatura²¹, altura²² y tipos de paisaje como bosques, zonas áridas, praderas, que se registrarán por el camino, construya una tabla que le permita relacionar los datos.
2. Durante el recorrido, ubíquese en un lugar fijo, observe a través del acetato y escoja una planta, indique con un punto la ubicación de los individuos representantes de la planta escogida.



Agregada



Aleatoria



Uniforme

Las láminas representan el área de distribución de una población y los puntos, representan los individuos, por ejemplo, en un bosque de pinos sembrado todos los individuos se encuentran en una distribución uniforme pero en un bosque nativo la presencia de encenillos es aleatoria. Así, usted podrá observar a simple vista que el patrón de distribución de la población es diferente en las distintas láminas.

De acuerdo a los puntos dibujados en el acetato que usted elaboró en la salida. Qué tipo de distribución se presenta?

3. Por qué cree que la planta seleccionada presenta la distribución observada, qué aspectos cree que influyen en ello?
4. Siendo el acetato el área de estudio y los puntos los individuos, calcule la densidad (D) de la población, dividiendo el número de individuos (N) entre el área (A).

²¹Se acostumbra decir de la temperatura ambiente que hace calor o frío; la temperatura se puede medir con un termómetro y se toma de varios puntos en un área a un mismo tiempo o en un mismo lugar en diferentes momentos porque puede variar a lo largo del día y de un lugar a otro.

²² La altitud es la distancia vertical de un punto de la Tierra respecto al nivel del mar. La altitud es un factor de cambios de temperatura, puesto que esta disminuye lo cual determina aspectos ecosistémicos.

$$D = N / A$$

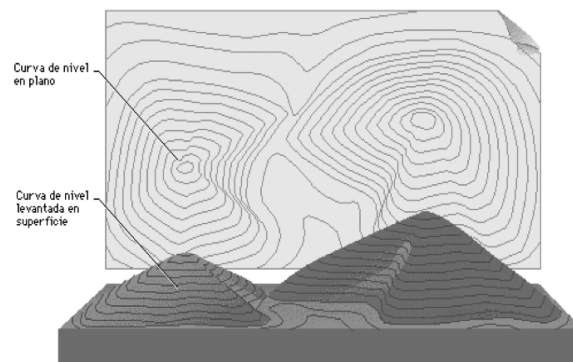
¿Cuáles son sus características?

5. Haga una representación del recorrido, en la cual se observen límites entre paisajes, por ejemplo potreros, bosques, cultivos. Tenga en cuenta los diferentes colores, la escala, el relieve, son de importancia para que la información sea comprendida correctamente.
6. ¿Cuáles son las poblaciones de plantas y animales más comunes para la zona recorrida?

PATRONES ESPACIALES

Exploración del software Google Earth

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por Imagen satelital, fotografía aérea, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por ordenador.



Observe con atención la presentación del funcionamiento del software y tome nota de las diferentes herramientas expuestas por la profesora de manera que pueda más adelante empezar a manipularlas en la construcción de su representación final.

Manos a la obra

Es posible utilizar la aplicación para añadir sus propios datos. Después de las actividades desarrolladas se trabajará con Google Earth para ubicar geográficamente la casa, reconocer como se observan las características descritas, reconocerse como parte de una vereda, del pueblo, de la carretera, reconocer el recorrido que realizó.

Es importante comenzar la exploración, por lugares reconocidos, la casa, el colegio, el embalse, la laguna, e ir identificando cursos de agua, caminos, etc.

En grupos de no más de tres integrantes, localizar en Google (utilizando las diferentes herramientas) altitudes, perfiles topográficos, características geomorfológicas, tipos de paisajes (bosque – zonas áridas). Debe reconocer la geometría, el color como parte de las características propias de ese tipo de representaciones y qué dicen acerca de lo que están representando.



GUIA 2: Cuentan los abuelos que hace tiempo...

I.E.D Pio XII - Guatavita

Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Profesora: Carolina Camargo Celis

Estudiante:

Curso:

Nuestro municipio es un escenario que nos ayudará a comprender el tema de dinámica de poblaciones. Así mismo como los seres vivos se transforman en el tiempo, por ejemplo, podemos afirmar que seguramente los cangrejos y peces que encontramos en la laguna no son los mismos en cantidad y características que hace 40 años.

Las condiciones ecológicas de los paisajes que conforman el municipio se han modificado a lo largo de los años. Para reconocer los cambios en las condiciones ecológicas encontramos diversidad de paisajes, como el páramo de Martos, los bosques de Monquentiva, la zona árida en Santa María, el embalse de Tominé, a los cuales podemos acercarnos a través de los cuentos de nuestros abuelos y con ayuda de ellos reconstruir su historia buscando comprender las relaciones que se establecen entre una población y su ambiente.

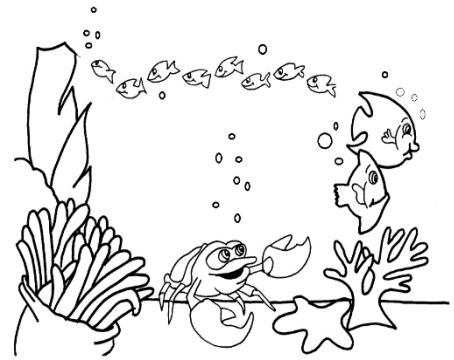
Esta segunda fase busca que comprendamos que las poblaciones tienen historia e identifiquemos las transformaciones que se dieron en ellas, recopilando información de diferentes fuentes.



Se presentan a continuación diferentes actividades nos acercarán a la historia del embalse de Tominé, a comprender la dinámica de las poblaciones ecológicas que habitan en él, y desde ella reconocer las Transformación que suceden en las condiciones del paisaje y los periodos de tiempo en los que se dan.

EMBALSES, TRASFORMACIÓN Y ESTABILIDAD

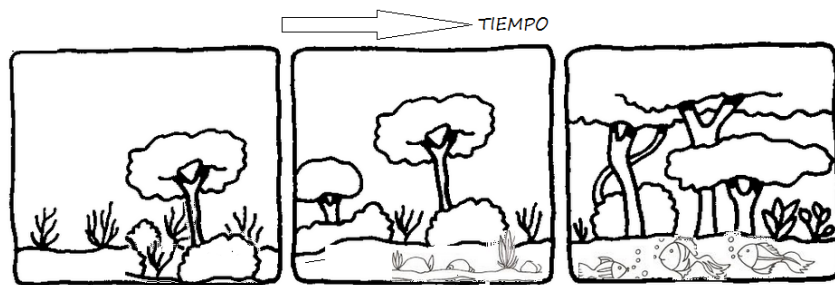
Un embalse es una acumulación artificial de agua en un ambiente natural. Se construye para almacenar agua para diferentes usos, incluso para consumo. Se ven como lagos, lagunas o pantanos. Un embalse por lo general se genera construyendo un cierre que intercepta el curso de agua (presa o dique), aunque los hay "laterales", es decir fuera de cauce, aprovechando depresiones naturales del terreno, hacia las cuales se conduce el agua.



El agua superficial en la naturaleza se presenta en un modo determinado por las características climáticas y del ciclo hidrológico, variable, por ejemplo se presentan periodos de lluvias en el cual, las precipitaciones intensas y abundantes y periodos secos en los que poco llueve. Esto afecta el nivel de agua de los embalses y los niveles de agua afecta la vida acuática.

Al inundarse, las plantas se ven sometidas a las influencias de su nuevo medio, y en consecuencia, su población se ve modificada, solo imagine el cambio de un ecosistema terrestre a uno acuático

Todas las especies convivimos en el mismo planeta y cualquier acción de una puede repercutir directa o indirectamente en las otras. Se puede decir que hay cambios en el espacio a través del tiempo, por ejemplo se logra desarrollar nuevas especies vegetales, formación de áreas pantanosas, se establecen cultivos e incluso viviendas.



Actividad preliminar



¿QUÉ LE PREGUNTARÍA A MIS ABUELOS?

El Embalse de Tominé es un lugar con alta afluencia de turistas, tiene leyendas, un entorno campestre y se usa como espacio para deportes náuticos; lo anterior, lo convierte en un lugar de gran importancia para el municipio, pero además desde su construcción impactó todo lo que habitaba en el área y además del desplazamiento de un pueblo, también cambio el entorno. Lo

anterior, ha llevado a preguntarse cómo ha sido la transformación del lugar que hoy ocupa el embalse, cambios visibles en el paisaje, de la flora y la fauna del lugar; así como los factores modeladores de dichos cambios.



1. Imagine que tiene que reconstruir la historia del embalse para poder contársela a un amigo que conoció en facebook y que vive en otro país y quiere conocer cómo ha cambiado el embalse en la historia. Si decide obtener la información a partir de entrevistas de sus abuelos o padres, trate de pensar en qué preguntas haría para obtener el máximo de información y los datos más apropiados para reconstruir la historia.

Para elaborar las diez preguntas, tenga en cuenta que cada pregunta debe estar bien redactada y no debe tener menos de un renglón.

2. Debe buscar imágenes e información sobre la forma cómo se ha transformado el paisaje con la construcción del embalse.

Actividades de clase



1. A partir de las preguntas formuladas anteriormente, participe en la lluvia de preguntas de manera que con ayuda de toda la clase, se diseñe la entrevista que aplicará.



2. Teniendo en cuenta el cuestionario realizado, en grupos de tres (3) estudiantes enumeren las características que crean son las más importantes para conocer sobre el embalse.
3. Realice la entrevista a una persona (abuelos, padres o vecinos), de ser posible realice una grabación de la misma, para posteriormente hacer la transcripción de las respuestas y anexarla a su carpeta.

YO PROPONGO, TÚ PROPONES, JUNTOS CONSTRUIMOS.

1. Una vez aplicado el cuestionario, discuta con tres (3) de sus compañeros de clase las respuestas obtenidas y expongan sus resultados al resto del curso.
2. Registre las conclusiones generadas en cada una de las exposiciones, de manera que se logre construir un cuadro comparativo frente a las modificaciones ecológicas (paisajísticas) del Embalse.
3. Elabore un friso que muestre la forma como el embalse se ha transformado a través del tiempo

TRAS LAS PISTAS DEL OSO



La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca adelanta el programa Nacional de Conservación del Oso Andino, presente en los límites de Guatavita, Gachetá y Guasca. Para poner en marcha el programa, exponen la situación actual de la especie a nivel nacional, regional y local, las características particulares de estos osos, su condición de endemismo y su distribución en Colombia limitada a las tres cordilleras. Dada la considerable extensión de páramos y bosques alto andinos en Cundinamarca, su distribución y presencia pudo haber sido más amplia en un pasado no muy lejano.

4. Después de conocer el seguimiento que se está realizando a los osos de anteojos, el muestreo, su forma de vida; describa en 10 renglones cómo se ha modificado la presencia del oso en la zona, cómo ha variado su distribución geográfica, su hábitat, que estado de conservación se tiene y cuáles son las amenazas que enfrenta esta especie.
5. En grupos de 3 estudiantes discuta y responda las siguientes preguntas.
 - ✓ ¿Qué argumentos puede dar a favor o en contra de la siguiente afirmación: "Para algunas de las poblaciones que habitaban el área del bosque, la construcción del embalse fue una catástrofe"?
 - ✓ ¿Cómo se puede interpretar la afirmación que para algunas de las poblaciones que habitaban el área, la construcción del embalse fue una catástrofe?
 - ✓ De acuerdo con lo que has logrado comprender acerca de la transformación del paisaje en el tiempo, elabora un párrafo de mínimo diez renglones donde expliques cómo se afectan las poblaciones cuando se modifica el paisaje y se alteran las condiciones ecológicas de una zona.

