



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE ESPECIE FOCAL A TRAVÉS DE UNA INDAGACIÓN CON ESCARABAJOS COPRÓFAGOS. PROPUESTA METODOLÓGICA**

**JOSÉ JAVIER ECHEVERRI TIQUE**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá D.C., Colombia

2011

# **Construcción del concepto de especie focal a través de una indagación con Escarabajos Coprófagos. Propuesta Metodológica**

**JOSÉ JAVIER ECHEVERRI TIQUE**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Germán Domingo Amat García  
Magister en Ciencias-Biología

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá D.C., Colombia

2011

*Dedico este trabajo al esfuerzo constante de mis padres, al amor y apoyo de mi vida, Ludis, a la luz en mi futuro, mis hijas Valery y Camila, a mis amigos y sobre todo, a la selección natural, por permitir que sea YO quien este en el mundo.*

## **Agradecimientos**

Primero, agradecer a mis padres José Vicente y Alcira, por darme lo mejor de ellos y acompañarme en mis primeros pasos hacia el conocimiento, por mostrarme que existe más de una forma de resolver un problema y que no debería rendirme.

A mi esposa y mi futuro, Ludis, por ser tan dulce y comprensiva, por ser mi apoyo incondicional y por darme la satisfacción de ver mis genes representados en mis hijas, Valery y Camila, por ellas todos los sacrificios valen la pena.

Al profesor Germán Amat, por sus valiosos aportes, por su inmensa paciencia, y por brindarme la oportunidad de trabajar a su lado.

A la Universidad Nacional de Colombia, por brindarme la oportunidad de continuar mi formación académica en su programa de maestría.

## Resumen

El presente trabajo presenta la forma de construir una propuesta metodológica para la construcción del concepto de especie focal, utilizando para ello el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), junto con el ciclo de indagación (EEPE) en el estudio de los escarabajos coprófagos como indicadores biológicos. La propuesta se desarrollo a partir de la revisión de la metodología del ABP y el ciclo de indagación, articulándolos en las etapas correspondientes. Como resultado se obtuvo una propuesta que contribuye al trabajo colaborativo de los estudiantes, la aplicación del conocimiento científico en la resolución de una problemática en particular y el empoderamiento de los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave:** especie focal, aprendizaje basado en problemas, indagación, escarabajos coprófagos, trabajo colaborativo, monitoreo biológico.

## **Abstract**

This paper presents how to build a methodology for the construction of the focal species concept, using the Problem Based Learning (PBL), together with the cycle of inquiry (EEPE) in the study of dung beetles as biological indicators. The proposal was developed after review of the methodology of PBL and the cycle of inquiry, linking in the corresponding stages. The results were a proposal that contributes to the collaborative work of students, the application of scientific knowledge in solving a particular problem and empower students in their teaching-learning process.

**Keywords: focal species, problem-based learning, inquiry, dung beetles, collaborating work, biological monitoring.**

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>V</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>X</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Capítulo 1. El concepto de especie focal y su importancia en la conservación de la diversidad biológica</b> .....	<b>5</b>
1.1 Fundamentos del concepto de especie focal .....	5
1.2 Especies focales y sus atributos .....	6
1.2.1 Especies sombrilla .....	6
1.2.2 Especies bandera .....	7
1.2.3 Especies piedrangular o “clave” .....	8
1.2.4 Especies indicadoras .....	8
1.2.5 Especies del paisaje .....	8
1.3 Importancia del concepto de especie focal en el desarrollo de estrategias de conservación .....	9
1.4 Críticas al uso del enfoque de especie focal .....	10
<b>Bibliografía</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Capítulo 2 Aprendizaje basado en problemas y método científico. Un acercamiento a partir de la indagación guiada</b> .....	<b>14</b>
2.1 Que es el Aprendizaje Basado en Problemas .....	14
2.2 Características del Aprendizaje Basado en Problemas .....	15
2.3 Pautas para la planificación del proceso de Aprendizaje Basado en Problemas .....	17
2.4 Esquemas de instrucción en el Aprendizaje Basado en Problemas .....	19
2.5 Evaluación formativa de la propuesta en el Aprendizaje Basado en Problemas .....	20
2.6 Aprendizaje por Indagación .....	21
2.7 Los pasos del ciclo de indagación .....	23
2.7.1 Construcción de la pregunta .....	23
2.7.2 La experiencia de primera mano (acción) .....	23
2.7.3 La reflexión .....	25
2.7.4 Tipos de indagación y como prepararlas .....	25

2.8	Articulación entre método científico, Aprendizaje por Indagación y el ciclo de indagación .....	26
<b>Bibliografía .....</b>		<b>28</b>
<b>3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE ESPECIE FOCAL A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) Y EL CICLO DE INDAGACIÓN CON ESCARABAJOS COPRÓFAGOS. ....</b>		<b>33</b>
3.1	Parte I. Planificación y actividades para el Docente. ....	34
3.2	Parte II. Planificación y actividades del equipo de estudiantes. ....	35
3.2.1	Etapa I. Situación Problemática .....	36
3.2.2	Etapa II. Lluvia de ideas.....	37
3.2.3	Etapa III. Que se conoce acerca de la situación problemática (diagnóstico de preconceptos) .....	37
3.2.4	Etapa IV. Que se desconoce de la situación problemática. (Necesidades conceptuales) .....	39
3.2.5	Etapa V. Planificación de la metodología para resolver la situación problemática. ....	39
3.2.6	Etapa VI. Definición del problema. Construcción de la pregunta (EEPE) 41	
3.2.7	Etapa VII. Obtención de la información. Acción (EEPE).....	42
3.2.8	Etapa VIII. Presentación de resultados. La reflexión (EEPE) .....	48
3.3	Evaluación.....	49
<b>Bibliografía .....</b>		<b>50</b>
<b>A. Anexo A: lectura situación problemática .....</b>		<b>51</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2-1:</b> Desarrollo del proceso de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) .....	18
<b>Figura 2-2:</b> el ciclo de indagación .....	22
<b>Figura 2-3:</b> Tipos de indagación .....	26
<b>Figura 3-1:</b> Ubicación de trampas de caída o Pitfall .....	44
<b>Figura 3-2:</b> Trampas caída o Pitfall adaptadas con botellas plásticas 2 litros .....	44
<b>Figura 3-3:</b> Montaje de cebo (excremento humano) en gasa o tela .....	44
<b>Figura 3-4:</b> Montaje final de trampa de caída y cebo .....	45
<b>Figura 3-5:</b> Etiqueta en papel pergamino y bolsa para los especímenes en tela.....	45

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 3-1:</b> Sistematización de la Etapa II. Lluvia de ideas.....	37
<b>Figura 3-2:</b> Conceptos desconocidos y de importancia para la investigación. ....	39
<b>Figura 3-3:</b> Conceptos para abordar en tutorías de importancia para la investigación....	41
<b>Figura 3-4:</b> Descripción de las zonas de investigación. ....	46
<b>Figura 3-5:</b> Datos de colecta por trampa y por día. ....	47
<b>Figura 3-6:</b> Descripción del comportamiento y las actividades en campo de los escarabajos coprófagos. ....	47

# Introducción

En la asamblea general de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza desarrollada en 1968, el conservacionista Senegales Baba Dioum, durante su intervención dejó en la historia de la biología de la conservación y de la humanidad, una frase que pone en evidencia el valor tan significativo que tiene la educación en la conservación de la biodiversidad de nuestro planeta. Baba Dioum (1968) acuñó la siguiente frase: *“Al final solo conservaremos aquello que amemos, amaremos aquello que comprendamos y comprenderemos solo aquello que se nos enseñe”*; analizando esta frase, se evidencia la importancia de la educación en cualquier nivel para la comprensión del mundo en el que vivimos, además de contribuir hacia la valoración de la vida desde un nivel extrínseco, permitiendo que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades de gozar de los recursos naturales actuales.

Pero ¿Cómo lograr que la educación dirigida desde los centros educativos en básica primaria y secundaria puedan desarrollar en los estudiantes estos valores hacia la conservación de la diversidad? y ¿Cómo hacer “llamativa” y “amigable”, la formación en ciencias para los estudiantes y que se pueda responder de forma adecuada a las problemáticas ambientales actuales? Estas cuestiones son de particular importancia, porque generan grandes debates pedagógicos y sociales en torno a su abordaje.

Para lograr esto, se deben articular de forma adecuada los procesos educativos de la educación en las escuelas, con los procesos de construcción y desarrollo de las ciencias, acercando a los estudiantes hacia la comprensión del mundo desde los procesos científicos, permitiendo que se puedan integrar los conocimientos científicos en la comprensión del mundo que los rodea.

Como estrategia para que los estudiantes puedan trasegar hacia esta construcción de conocimiento científico, se propuso en este trabajo diseñar una propuesta metodológica que permitiera a los estudiantes construir un concepto científico, particularmente el concepto de especie focal, a partir del estudio de los escarabajos coprófagos como indicadores biológicos, utilizando como enfoque metodológico el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el ciclo de indagación propuesto en la guía metodológica para la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela (EEPE) formulado por Arango *et al.* (2002).

Para el diseño de la propuesta se identificó el concepto científico que permitiera desarrollar procesos de investigación y aprendizaje en los estudiantes, por lo cual se eligió el concepto de especie focal, propuesto por Lambeck (1997), debido a que requiere para su comprensión de diversas competencias científicas tales como analizar, interpretar, argumentar y proponer; además de promover en los estudiantes criterios e ideales de conservación hacia la diversidad biológica.

Posterior a la elección del concepto científico a abordar, se selecciono el enfoque pedagógico más conveniente y activo para la construcción del concepto como tal. Debido a que una de las problemáticas de la enseñanza en ciencias es la poca participación del estudiante en su formación, se determino utilizar el método de Aprendizaje basado en problemas (ABP), porque permite que el estudiante a partir del abordaje de un problema o situación problémica pueda desarrollar habilidades de estudio individual, búsqueda de información, desarrollo de propuestas de solución y de comunicación con el mundo científico. Para que los estudiantes fueran más activos en su trabajo, se pretendió articular junto al ABP, el ciclo de indagación propuesto por Arango *et al.* (2002), que permite acercar a los estudiantes de una forma menos cuadrículada y aburrida, el método científico hacia la resolución de un problema o respuesta a una pregunta de investigación. Durante esta articulación de enfoques, se tuvo cuidado de no repetir procesos y sobre todo, estructurarlo de tal forma que permita al estudiante liderar su proceso de aprendizaje.

Como objeto de estudio en la presente propuesta, se decidió utilizar a los escarabajos coprófagos como instrumento para desarrollar los procesos de investigación, donde se oriento el proceso hacia la utilidad de los escarabajos coprófagos como Indicadores biológicos y su pertinencia en el monitoreo biológico. A través del uso de este grupo de insectos como indicadores biológicos, se implemento la propuesta de Celi y Dávalos (2001) para desarrollar el monitoreo biológico, acercando a los estudiantes hacia el análisis y la comprensión de la dinámica de estos organismos y su influencia en la dinámica ecológica de un hábitat determinado. Al hacer uso de los escarabajos coprófagos como indicadores biológicos, se puede lograr que el estudiante relacione estos atributos con los descritos por Kattan (2008), y se construya el concepto de especie focal.

Como resultado se consolido una propuesta metodológica, articulada por medio del ABP y el ciclo de indagación con escarabajos coprófagos, que permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades de indagación, análisis, aplicación de conceptos y actitudes como la tolerancia, el trabajo en equipo, la responsabilidad, rigurosidad y comunicación del conocimiento, en torno a la búsqueda de alternativas de solución a problemas propuestos.

## Objetivos

### OBJETIVO GENERAL

*Diseñar una propuesta metodológica que permita construir el concepto de especie focal a través de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el ciclo de indagación con escarabajos coprófagos, con estudiantes del grado noveno.*

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Realizar un diagnóstico de preconceptos que tienen los jóvenes acerca de los escarabajos coprófagos, el concepto de especie focal, monitoreo biológico y lo que comprenden por amenazas y conservación de la biodiversidad.

Organizar una trama de conceptos, cuyo eje central sea el concepto de especie focal.

Definir el tipo de investigación dentro del marco del Aprendizaje Basado en Problemas y de indagación, además de las preguntas orientadoras y etapas dentro del desarrollo de la propuesta metodológica.

Consultar bibliografía que permita abordar aspectos teóricos y prácticos generales de los escarabajos coprófagos, (morfología, taxonomía, ciclo, hábitat y comportamientos especiales) y el monitoreo biológico.

Diseñar una propuesta metodológica para construir el concepto de especie Focal a partir del estudio de los escarabajos coprófagos utilizando el enfoque metodológico de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el ciclo de indagación.



# 1. Capítulo 1. El concepto de especie focal y su importancia en la conservación de la diversidad biológica.

La fragmentación y pérdida del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los fenómenos antrópicos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de abordar, puesto que en la mayoría de ocasiones obedecen a procesos de expansión de áreas urbanas hacia zonas útiles para la agricultura, conllevando a una extensión de los cultivos y zonas de pastoreo orientada a los bosques, siendo esta forma en que el hombre ha alterado en su propio beneficio la mayor parte de la tierra (Loh y Wackernagel 2004). Por tales motivos, no es extraño relacionar la fragmentación y pérdida de hábitats naturales, con su respectivo resultado de pérdida de especies, como una de las amenazas más frecuentes y fuertes para la conservación de la biodiversidad (Turner 1996; Fahrig 2003).

A partir de este análisis, se han propuesto diversas estrategias de conservación, las cuales se han concebido bajo el precepto de impedir la pérdida de la diversidad ocasionada por la deforestación de los bosques naturales, o la desaparición de hábitats de especies que son de interés para la sociedad y donde es necesario conservar procesos evolutivos (Erwin 1991). Por tales motivos, la selección de áreas a proteger está basada frecuentemente en seleccionar ciertos criterios dependiendo de la información que se posea del sitio y de las especies que se encuentran en éste, siendo prioritario la conservación de especies amenazadas o regiones en donde exista una alta diversidad de especies o con elevadas proporciones de especies endémicas (Soulé 1991).

## 1.1 Fundamentos del concepto de especie focal

Uno de estos criterios al momento de seleccionar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, en donde el conocimiento sobre los requisitos y necesidades de cada una de las especies es reducido o casi nulo, es seleccionar a un conjunto de especies, que se denominan *especies focales* (Lambeck 1997; Kapelle 2004; Castaño-Villa 2005; Hugget 2007; Kattan 2008). Las especies focales como estrategia de conservación, fueron propuestas por Lambeck (1997), como un enfoque multi-específico, en donde se definen los atributos y prácticas de manejo que requieren los paisajes que permitan conservar los requerimientos de la biota nativa (Lambeck 1997; Freudenberger & Brooker 2004; Castaño-Villa

2005; Kattan 2008), a través de un conjunto de especies que poseen ciertas características que las hacen particularmente sensibles a los cambios en su territorio, además de tener dietas especializadas, requisitos especiales de reproducción y necesitar espacios grandes e interconectados que les permita mantener sus poblaciones viables (Lambeck 1997; Dinerstein *et al.*, 2000; Kattan 2008; Castaño- Villa 2010).

Toda las especies que se seleccionan como “*especies focales*”, se agrupan teniendo en cuenta los procesos que amenazan su persistencia. Estas amenazas pueden ser: pérdida del hábitat, fragmentación del hábitat, invasión por especies exóticas y otros factores que pueden influir en el descenso del tamaño poblacional viable (Lambeck 1997; Dinerstein *et al.*, 2000)

## 1.2 Especies focales y sus atributos

Al momento de seleccionar las especies focales que permitan desarrollar procesos de conservación exitosos, se utilizan diferentes criterios, teniendo en cuenta las características y atributos propios de cada una de estas especies (Dinerstein *et al.*, 2000; Kattan 2008; Castaño-Villa 2010). Cuando se seleccionan las especies dentro de este enfoque, se tiene en cuenta diversos factores, tales como la sensibilidad a las perturbaciones humanas, el grado de vulnerabilidad, el área, recursos y condiciones de movilidad mínimos, los factores antrópicos que intervienen en su área de influencia y las estrategias y planes a desarrollar para su posterior monitoreo y evaluación (Kattan 2008).

Partiendo de la identificación de los factores que pueden alterar la dinámica normal de un conjunto de especies, y como estas especies permiten a través de su estudio, conocer el estado en el que se encuentra determinado ecosistema o paisaje, se han definido varios grupos de especies, con requerimientos diferentes, pero que permite a los biólogos de la conservación, proponer estrategias de conservación a partir de su estudio. Desde este punto de vista, las especies focales se escogen teniendo en cuenta el supuesto de que, al proponer áreas lo suficientemente grandes e interconectadas para su conservación, estas especies podrían encapsular a otras especies menos notables dentro de su área de conservación (Dinerstein *et al.*, 2000; Kattan 2008).

### 1.2.1 Especies sombrilla

El concepto de especie sombrilla ha sido utilizado como instrumento al momento de planificar estrategias de conservación, puesto que, las especies sombrillas, según Wilcox (1984) se pueden definir como una especie que posee grandes requerimientos de hábitat, por lo cual, al seleccionarlas como especie objetivo, sus requerimientos mínimos de área permitirán englobar a los requerimientos del resto de la comunidad (Kattan 2008). Por consiguiente estas especies requieren de grandes extensiones que les permita mantener de forma viable a las poblaciones que la componen, sin que estas se

vean altamente afectadas, por lo cual su conservación implicaría proteger otras poblaciones de otras especies que conviva en el mismo sitio (especies simpátricas) (Berger 1997, Roberger & Angelstam 2004; Favreau *et al.*, 2006), especies de menor nivel trófico (Caro y O'Doherty 1999), o una sección apreciable del ecosistema (Caro *et al.* 2004). Esta utilidad como especies "sombrija", ha sido fuertemente criticada y debatida, puesto que pocas veces se ha evaluado con eficiencia su utilidad real en un contexto natural, además de que es muy complicado consolidar la información total en cuanto a tipos de hábitat requeridos, geometría del paisaje necesario, y en la mayoría de casos, algunas especies que poseen requerimientos algo diferentes pueden quedar excluidas (Sanderson *et al.*, 2002; Kattan 2008). Otro factor que influye en la poca eficiencia de esta especie, tiene que ver con los requerimientos de hábitat concretos de especies que necesitan grandes extensiones para subsistir, puesto que al montar una reserva implicaría costos económicos demasiado altos y dificultades técnicas y metodológicas para evaluar su eficiencia. (Simberloff 1998; Isasi-Catala 2011).

## 1.2.2 Especies bandera

Son especies que poseen atributos que las convierten en grupos carismáticos, llamando la atención del público en general y apoyo de los entes gubernamentales en pro de su conservación. Estas especies se convierten en un símbolo, signo, insignia o estandarte en las estrategias de conservación, como el oso panda, los leones, los elefantes, los gorilas, entre otros grupos de grandes mamíferos. (Noss 1990; Kattan 2008; Castaño-Villa 2005)

Para seleccionar una especie como especie bandera se debe tener en cuenta los siguientes atributos:

1. Ser carismático, ya sea por admiración y respeto, como ocurre con los grandes depredadores como los el tigre o el jaguar; o por su valor estético, ya sea por su ternura como el caso del oso panda, el oso de anteojos y las focas; o imponencia como ocurre con el gorila, el águila arpía y la ballena azul; o también puede ser por el sentido de pertenencia que despiertan en las personas, como lo es el caso del águila calva en los Estados Unidos de América (Castaño-Villa 2005).
2. Encontrarse en estado de amenaza o vulnerabilidad, llama la atención de las entidades conservacionistas y por ende del público en general, como es el caso del cóndor andino, el oso panda, entre otros organismos que se encuentran altamente amenazados. (Kattan 2008).

En general los atributos necesarios para que una especie sea considerada como una especie bandera basta con ser llamativas y atraer la atención, ya sea por su estética, simbolismo o el estado de vulnerabilidad en que se encuentre (Noss 1990; Caro y O'Doherty 1999).

### 1.2.3 Especies piedrangular o “clave”

Al momento de definir una especie piedrangular, se presentan varios inconvenientes, puesto que no existe un consenso en cuanto a su definición precisa (Kattan 2008). Inicialmente consideraban como especie piedrangular o “Clave” a aquellos grupos de organismos cuya abundancia y biomasa se consideraba significativa en cuanto al efecto que estos podrían tener sobre otras especies de la comunidad (Noss 1990; Simberloff 1998; Andelman y Fagan 2000; Carignan y Villard 2002; Payton *et al.*, 2002). Actualmente se considera que una especie piedrangular o “clave”, son aquellas que afectan no solo la dinámica de otras especies, sino que también pueden afectar la estructura y función de un sistema natural (Paine 1995; Simberloff 1998; Payton *et al* 2002).

### 1.2.4 Especies indicadoras

Caro y O’Doherty (1999) y Fleishman *et al* (2001) proponen caracterizar a las especies indicadoras como aquellas que poseen ciertas características (sensibles a perturbaciones o contaminantes, distribución restringida o única, éxito reproductivo, abundancia, dispersión, entre otras) que pueden ser utilizadas como estimadoras de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales presentes en determinado lugar, y que serían sumamente costosos y difíciles de medir por otros métodos (Castaño-Villa 2005; Isasi-Catala 2011).

Las especies indicadoras pueden ser clasificadas según el uso que se les atribuye, en especies indicadoras de cambios por perturbación humana o salud e integridad ecológica (calidad del hábitat); especies que señalan cambios en las tendencias poblacionales de otras especies o del estado de biodiversidad (indicadoras poblacionales) (Noss 1990; Carignan y Villard 2002); y por último aquellas especies que pueden indicar patrones de riqueza de especies (indicadoras de biodiversidad) (Caro y O’Doherty 1999; Andelman y Fagan 2000; Castaño-Villa 2005; Kattan 2008; Isasi-Catala 2011).

### 1.2.5 Especies del paisaje

Se define como una especie biológica que utiliza áreas grandes y ecológicamente diversas y que generalmente tiene impactos significativos sobre la estructura, función y composición de los ecosistemas (Sanderson *et al.*, 2002; Kattan 2008). Esta propuesta contribuye a relacionar los conceptos de especie sombrilla y piedrangular en los planes de conservación, debido a que permite integrar a los planes la necesidad de tener en cuenta la calidad interna del hábitat (Kattan 2008), con el objetivo de mostrar de forma explícita los patrones de uso y dispersión de la especie focal.

Al relacionar la especie de paisaje y el concepto de especie focal de Lambeck (1997), se identifica la necesidad de seleccionar especies no solo con el objetivo de enfocar esfuerzos de conservación, sino que también se pueden enfocar estos esfuerzos en profundizar en el pensamiento de conservación de paisajes en términos de requerimientos de las especies biológicas naturales y el uso humano (Sanderson et al 2002; Kattan 2008)

### **1.3 Importancia del concepto de especie focal en el desarrollo de estrategias de conservación**

El enfoque multi-específico de especie focal propuesto por Lambeck (1997), se ha consolidado como una herramienta eficaz para la planificación y desarrollo de estrategias de conservación, debido a la representación de ecosistemas que provee, los requerimientos especiales de elementos a mantener y al manejo sostenible y ecológico que promueve (Beazley y Cardinal 2003).

Este enfoque se ha puesto en uso en diversas regiones del planeta, siendo particularmente implementado y evaluado en Australia (Lambeck 1999; Hugget 2007; Freudenberger y Brooker 2004), en los Estados Unidos de América (Penrod *et al.*, 2010); en Canadá (Horn *et al.*, 2009); en México se han propiciado grandes esfuerzos de conservación, que involucran inclusive varios países, como lo es el caso del Corredor Biológico Mesoamericano, en donde la utilización de una especie en particular (*Puma concolor*) permite la conservación de un número significativo de especies en su zona de influencia (Pnud-Conanp. 2000; Schroeder *et al.* 2009; Isasi-Catala 2011); en Colombia, el Instituto de investigación de recursos biológicos "Alexander Von Humboldt", en su informe del año 2006, resalta los avances realizados en cuanto a la identificación de especies focales dentro del programa de biología de la conservación (IAvH 2007). La línea de investigación en especies focales, identificó en este periodo 58 especies focales para la conservación en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, además de adelantar proyectos de monitoreo en áreas como Antioquia, Amazonas, Caldas, Córdoba, Cundinamarca y Valle del Cauca (IAvH 2007).

Estos representan algunos ejemplos de la aplicación de esta estrategia en biología de la conservación, debido a que este enfoque se ha evaluado como una herramienta práctica de conservación, contribuye al estudio y mejora la calidad del conocimiento sobre la diversidad local y regional, permitiendo una adopción exitosa de las propuestas de conservación y restauración del paisaje (Hugget 2007). Al seleccionar las especies focales, se integran los factores biológicos que conforman el paisaje con los factores antropogénicos que conforman el paisaje moldeado por los humanos en una región en particular, permitiendo identificar un ámbito para el desarrollo de acciones de conservación (Kattan 2008).

## 1.4 Críticas al uso del enfoque de especie focal

El uso de especies focales, como estrategia para la conservación de la biodiversidad, no ha sido ajena al debate, por lo cual, después de evaluar estos procesos, se han presentado críticas en cuanto a su eficiencia real. Esto obedece a fallas en cuanto a la fundamentación teórica de la propuesta, puesto que se basa en un taxón en particular, dejando de lado en algunos casos los requerimientos de otros elementos de la biota. (Lindenmayer *et al.*, 2002; Favreau *et al.* 2006). Otro factor que influye en estas críticas al enfoque, se debe a la falta de datos reales para guiar la selección de un conjunto de especies focales, y sobre todo que estas sean las más eficaces al momento de plantear estrategias de conservación (Lindenmayer *et al.* 2002).

## Bibliografía

1. ANDELMAN, S., FAGAN, W. 2000. Umbrellas and flagships: Efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97: Págs. 5954-5959.
2. BERGER, J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhino as an umbrella species for desert herbivores. *Cons. Biol.* 11: Págs. 69-78.
3. CARIGNAN, V., VILLARD, M. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78: Págs. 45-61.
4. CARO, T., ENGILIS, A., FITZHERBERT, E., GADNER, T. 2004. Preliminary assessment on the flagship species concept at a small scale. *Anim. Cons.* 7: Págs. 63-70.
5. CARO, T., O'DOHERTY, G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*. Vol. 13: Págs. 805-8014.
6. CARROLL, C. 2010. Role of climatic niche models in focal-species-based conservation planning: Assessing potential effects of climate change on Northern Spotted Owl in the Pacific Northwest, USA. *Biol. Conserv.*
7. CASTAÑO-VILLA, G.J. 2005. Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, Vol. 10, págs. 79-101.
8. DINERSTEIN, E., POWELL, G., OLSON, D., WIKRAMANAYAKE, E., ABELL, R., LOUCKS, C., UNDERWOOD, E., ALLNUTT, T., WETTENGEL, W., RICKETTS, T., STRAND, H., O'CONNOR, S., BURGESS, N. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Conservation Science Program. WWF.
9. ERWIN, L. E., 1991. An evolutionary basis for conservation strategies. *Science*, 253: Págs. 750-753.
10. FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: Págs. 487-515.
11. FAVREAU, J., DREW, A., HESS, G., RUBINO, M., KOCH, F., ESCHELBACH, K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: Págs. 3949-3969.
12. FLEISHMAN, E., MURPHY, D.D., BLAIR, R.B. 2001. Selecting effective umbrella species. *Cons. Biol. Pract.* 2: Págs. 17-23.
13. FREUDENBERGER D, y BROOKER, L. 2004. Development of the focal species approach for biodiversity conservation in the temperate agricultural zones of Australia, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. *Australia Biodiversity and Conservation* 13: Págs. 253-274.
14. HORN, H.L., ARCESE, P., BRUNT, K., BURGER, A., DAVIS, H., DOYLE, F., DUNSWORTH, K., FRIELE, P., GORDON, S., HAMILTON, T., MACHUTCHON, G., MAHON, T., MCCLAREN, E., MICHELFELDER, V., POLLARD, B.,

- SUTHERLAND, G., TAYLOR, S., WATERHOUSE, L. 2009. *Part 3: Knowledge Base for Focal Species and their Habitats in Coastal B.C.* Report 3 of the EBM Working Group Focal Species Project. Integrated Land Management Bureau, Nanaimo, B.C.
15. HUGGETT, A. 2007. A review of the focal species approach in Australia. Land & Water Australia, Canberra.
  16. IAvH. 2007. Informe anual 2006. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia 271 p.
  17. ISASI-CATALÁ E. 2011. Los Conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en la ecología de la conservación. *INVERCIENCIA*. Vol. 36 N°1. Pág. 31-38.
  18. KAPPELLE, M. 2004. Diccionario de la Biodiversidad. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) & Cooperación Española (AECI). Including 5,739 terms. INBio Press, Santo Domingo de Heredia.
  19. KATTAN G., NARANJO L.G. Y ROJAS V. 2008. Especies Focales. En: Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Fundación EcoAndina ; Wildlife Conservation Society, Cali.
  20. LAMBECK R.J. 1997. Focal species: Multi-species Umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*. Volumen 11 N°4. Pág. 849-856.
  21. LINDENMAYER, D.B., MANNING, A.D., SMITH, P.L., POSSINGHAM, H.P., FISCHER, J., OLIVER, I. y McCARTHY, M.A. 2002. The Focal-Species Approach and Landscape Restoration: A Critique. *Conservation Biology*, Vol. 16, N°2, Abril 2002. Págs. 338-345.
  22. NOSS, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Cons. Biol.* 4: Págs. 355-364.
  23. PAINE, R. 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. *Cons. Biol.* 9: Págs. 962-964.
  24. PAYTON, IJ. FENNER, M., LEE, W. 2002. Keystone Species: the Concept and its Relevance for conservation management in New Zealand. *Science for Conservation* 203. 29 pags.
  25. PENROD, K., SPENCER, W., RUBIN, E., and PAULMAN, C. 2010. Habitat Connectivity Planning for Selected Focal Species in the Carrizo Plain. Prepared for County of San Luis Obispo by SC Wildlands.
  26. PNUD, CONANP. 2000. *Proyecto Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano México*, México.
  27. ROBERGE, J.M. y ANGELSTAM, P. 2004. Usefulness of the Umbrella Species Concept as a Conservation Tool. *Conservation Biology*. Vol. 18, N° 1, Febrero 2004. Págs. 76-85.
  28. SANDERSON, E.W., REDFORD, K.H., CHETKIEWICZ, C.L.B., MEDELLIN, R.A., RABINOWITZ, A.R., ROBINSON, J.G., TABER, A.B. 2002. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Cons. Biol.* 16: Págs. 58-72.
  29. SIMBERLOFF, D. 1998. FLAGSHIPS, UMBRELLAS, AND KEYSTONES: IS SINGLE-SPECIES MANAGEMENT PASSÉ IN THE LANDSCAPE ERA?

- 
- Biological Conservation Vol. 83 Published by Elsevier Science Ltd, No. 3, pp. 247-257.
30. SOULE, M. E., 1991. Conservation: tactics for a constant crisis. *Science*, 253: Pags. 744-750.
  31. TURNER, I.M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: A review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33: Págs. 200-205.
  32. WILCOX, B. A. 1984. In situ conservation of genetic resources: Determinants of minimum area requirements. In *National Parks, Conservation and Development, Proceedings of the World Congress on National Parks*. J.A. McNeely and K.R. Miller, Smithsonian Institution Press. Págs. 18-30.

## **2. Capítulo 2 Aprendizaje basado en problemas y método científico. Un acercamiento a partir de la indagación guiada.**

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), promueve en los estudiantes la adquisición de conocimiento y habilidades a través de una secuencia de problemas presentados en contexto, asociados a unos materiales de aprendizaje y al apoyo de los profesores y el trabajo colaborativo entre estudiantes (Beasley y Ford 1991; Boud 1991; Barrows 1996; Vargas-Montoya 2008; Ortiz-Ocaña 2009). A partir de esta metodología, se promueve el aprendizaje autónomo de los estudiantes, donde ellos son el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, desarrollando capacidades críticas, reflexivas y comprometidas frente a su educación (Cisneros *et al.*, 2002; Ortiz-Ocaña 2009).

El aprendizaje por indagación, contribuye a motivar al estudiante a partir de su propia curiosidad, a la resolución de un problema o a la explicación de un fenómeno particular, que parte de las observaciones realizadas por los propios estudiantes (Colliver 2000; Arango *et al.*, 2002; Vargas-Montoya 2008). En este proceso, se puede iniciar por la indagación guiada, que orienta el trabajo a partir de las recomendaciones de un docente facilitador, quien se encarga de guiar a los estudiantes en la consecución de cambios en los conceptos, actitudes y procedimientos que se consideran no son acordes en la búsqueda de alternativas de solución al problema planteado. La utilización de la investigación dentro del aula implica, necesariamente, la puesta en práctica del pensamiento científico (método científico), por lo que es un modo de indagar la realidad (Pérez-Tamayo 1998 y Diego-Rasilla 2004).

### **2.1 Que es el Aprendizaje Basado en Problemas**

El aprendizaje basado en problemas o Pedagogía Problémica (Majmutov 1977; Barrows 1996; Woods 2006 y Ortiz-Ocaña 2009), es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor o por los mismos estudiantes a partir de sus vivencias y experiencias previas (Guanche 2005; Ortiz-Ocaña 2009).

Con esta metodología se pretende superar las falencias y dificultades que presenta la educación tradicional para la sociedad actual puesto que ofrece a los estudiantes la

oportunidad de jugar un papel activo en el desarrollo de sus procesos de formación educativa, donde se apropia del conocimiento y de los métodos y herramientas necesarias para poder lograr construir una visión más unificada de su entorno. Esto conlleva a que el estudiante comprenda como el científico logro a través de ciertos métodos y procedimientos desarrollar el conocimiento científico actual (Ortiz-Ocaña 2009).

El aprendizaje basado en problemas puede ser definido de varias formas, Barrows (1986), lo define como un método de aprendizaje que se basa en el principio fundamental de utilizar problemas (cotidianos o abstractos) como punto inicial para la adquisición e integración de nuevos conocimientos, a través del trabajo colaborativo y la indagación en la búsqueda y construcción de información que permita resolver el problema planteado. Teniendo en cuenta esta definición, Ortiz-Ocaña (2009) consolida el concepto de aprendizaje basado en problemas, como un sistema didáctico, el cual se basa en regularidades que permite la apropiación creativa e integral de conocimientos a partir del análisis en la búsqueda del conocimiento científico. Además existen un conjunto de acciones que encaminan este proceso a través de la organización de las situaciones problemáticas, delimitación y planteamientos de problemas, orientación a los estudiantes en la elección de los métodos y procesos para dar solución a ese problema, sistematización y reflexión del proceso que permita consolidar el conocimiento adquirido durante todo el desarrollo de la metodología. (Ortiz-Ocaña 2009).

El aprendizaje problémico permite al docente reevaluar su concepción sobre la forma de enseñar a aprender, además de contribuir al desarrollo del trabajo metódico del docente y los estudiantes, en un enfoque crítico y creativo. (Vargas-Montoya 2008 y Ortiz-Ocaña 2009).

## 2.2 Características del Aprendizaje Basado en Problemas

Según Venturelli (1997) y Exley y Dennick (2007), el aprendizaje basado en problemas implica un aprendizaje activo, cooperativo, centrado en el estudiante, asociado con un aprendizaje independiente, en donde la apropiación del conocimiento es creativa y se argumenta a partir del análisis de la información recopilada.

Venturelli (1997) señala las siguientes características:

1. **Programa centrado en el estudiante:** Aunque no es nueva esta iniciativa, permite articular los procesos de inclusión y globalización del conocimiento, debido a la característica propia del aprendizaje basado en problemas, donde se propende por el trabajo colaborativo por parte de los estudiantes, donde el docente deja de ser el protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje (Ortiz-Ocaña 2009). Los estudiantes desarrollan capacidades críticas y reflexivas en cuanto al desarrollo académico de cada uno de ellos; siendo más conscientes de que al momento de dar solución a un problema, deben seguir unas pautas mínimas para poder llegar a dicha solución. Buscan establecer una metodología que promueva el desarrollo intelectual, científico, cultural y social de cada uno de ellos (Cisneros *et al.*, 2002; Olivares-Jiménez 2002; Ortiz-Ocaña 2009). El docente juega un papel fundamental como facilitador del proceso de construcción y desarrollo de la propuesta, convirtiéndose en un apoyo al momento de la

comprensión de conceptos y la aclaración de procesos y métodos de abordaje. Finalmente busca la comprensión de los conceptos por encima del uso exclusivo de la memoria como estrategia de aprendizaje; puesto que el estudiante cuenta con las herramientas conceptuales necesarias y eficaces que permite la contextualización del conocimiento en su entorno próximo, y brinda la posibilidad de extrapolarlo a contextos diferentes (Branda 2009).

2. **Programa educacional integrado:** esta metodología contribuye en el desarrollo de programas integrados de educación, donde predomina la función activa del estudiante, en comparación a las clases expositivas, que mantienen al estudiante dentro de un rol pasivo y donde las asignaturas son limitadas al programa existente, establecido con anterioridad y poco flexible y actual. Al consolidar programas educativos integrales, las ciencias básicas pueden ser usadas para estimular los procesos de comprensión real del mundo, donde se pueden revisar constantemente los conceptos y aplicar a la realidad. Los docentes se convierten en puentes de comunicación entre el conocimiento establecido y la posibilidad de la construcción de nuevo conocimiento por parte de los estudiantes (Calderón 1996; Hmelo-Silver y Barrows 2006)
3. **Aprender a aprender:** Esta característica termina siendo una de la más importante al momento de abordar el aprendizaje basado en problemas, puesto que en el momento en que el estudiante comprende desde su formación, que puede desarrollar procesos mentales, metodologías de estudio y actividades de intercambio de conocimiento con sus pares académicos (Estudiante-docente; Estudiante-Estudiante), en donde predomina el interés del estudiante por resolver el problema planteado o presentado, se logra un proceso de auto-disciplina, donde el compromiso no es forzado por las normas de la escuela, sino que este parte del mismo estudiante, por lograr una formación académica integral, flexible, reflexiva, recursiva y crítica para su vida (Egido *et al.*, 2006; Morales-Galicia 2008; Vargas-Montoya 2008) .
4. **Sistema de evaluación contextualizado e inclusivo:** El aprendizaje basado en problemas, no puede ser ajeno a la evaluación, debido a que en el momento en que se evalúan los procesos, se puede llegar a definir cuáles son los logros sobresalientes del trabajo realizado, además de analizar los inconvenientes presentados durante su ejecución, y cuáles son las falencias que presenta la metodología utilizada. La evaluación no puede ser vista de forma tradicional, esta debe ser dinámica, donde se pueda evidenciar los procesos de autoevaluación por parte del estudiante, la coevaluación, que parte de contacto entre los docentes y los estudiantes, y la heteroevaluación, donde a partir del trabajo realizado, otros actores del proceso educativo, pueden evaluar la calidad y pertinencia de las actividades desarrolladas y culminadas (Beasley Ford 1991; Inzillo 2009; Ortiz-Ocaña 2009).

En conclusión, el método de aprendizaje basado en problemas, consiste en poner en la mesa de discusión un problema, investigar sus causas y posibles soluciones, analizar la pertinencia y calidad de la información y discutirlo entre grupos pequeños de estudiantes, donde se debaten las mejores soluciones y se realiza el proceso de evaluación del proceso y desempeño de cada uno de los estudiantes.

## 2.3 Pautas para la planificación del proceso de Aprendizaje Basado en Problemas

Antes de iniciar un proceso pedagógico, se debe planear con anterioridad los requerimientos, pasos y recursos necesarios para poder llevar a cabo de la forma más eficiente tal proceso. Para esto se deben analizar los conocimientos de los que ya disponen los estudiantes, para determinar si son suficientes y si les ayudaran a construir nuevos conocimientos a partir del desarrollo de la metodología (Morales-Bueno y Landa 2004; Woods 2006; Morales-Galicia 2008; Ortiz-Ocaña 2009). Otro factor de suma importancia al momento de abordar esta metodología, está relacionado con el contexto y el entorno en el cual se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que este deber favorecer el trabajo autónomo y en equipo de los estudiantes, además de proveer el intercambio de información con otros actores del proceso, como lo son los docentes, además de permitir el acceso a fuentes de información adecuadas y posibilitar la utilización de espacios acordes para el trabajo en equipo (Galviz-Panqueva 1998; Bolaños *et al.*, 2006)

En cuanto a la utilización de la estrategia de Aprendizaje basado en problemas, Morales-Bueno y Landa (2004) proponen las siguientes pautas:

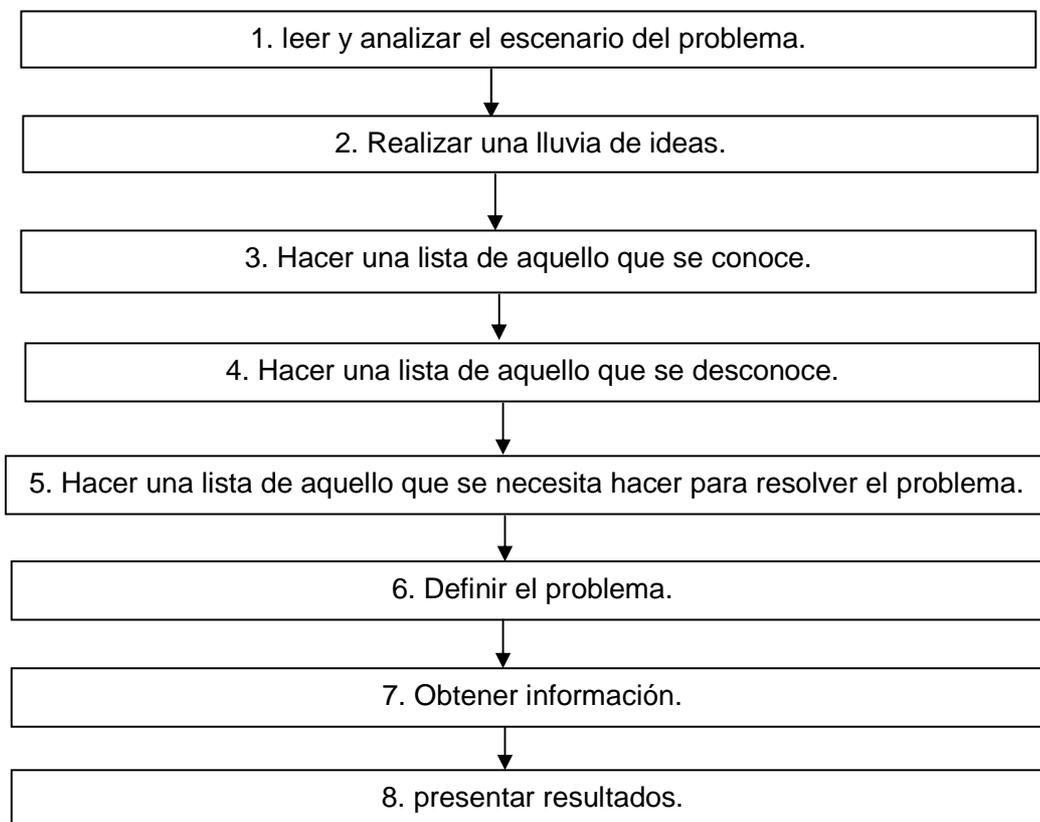
1. Seleccionar los objetivos: Al momento de seleccionar los objetivos del proceso de aprendizaje, se debe tener en cuenta las competencias establecidas en cada área que se pretende, el estudiante deba desarrollar; además de implementar la integración del programa académico con otras áreas, como lo caracteriza Venturelli (1997) para los programas de educación superior en Salud, particularmente medicina.
2. Escoger la situación problema: Cuando el docente ya ha establecido los objetivos de la propuesta, a partir del análisis cuidadoso de los intereses, necesidades y otros factores que pueden llamar la atención de los estudiantes, propone de forma unilateral o en conjunto con los estudiantes, una situación problema que se quiera trabajar, la cual deberá ser relevante para la vida practica de los estudiantes, compleja pero no imposible de resolver y lo suficientemente amplio para que los estudiantes puedan formularse preguntas y abordar la problemática con una visión en conjunto, pero sin exceder esta amplitud, conllevando al desarrollo de ansiedad y desmotivación (Gil *et al.*, 1999; Olivares-Jiménez 2002; Kirschner *et al.*, 2006; Hmelo-Silver *et al.*, 2007).
3. Definir y orientar las reglas mínimas de la actividad y el trabajo en equipo. Debido a que el trabajo en equipo, en algunas ocasiones puede llegar a ser complicado, puesto que para algunos estudiantes se ha convertido en una forma de evadir sus responsabilidades académicas en otros compañeros, conllevando a la creación de tensiones al interior de los equipos, descoordinación y pérdida de tiempo valioso para la investigación. Estos conflictos dentro de los grupos pueden llegar a ser beneficiosos siempre y cuando se pueda reflexionar sobre estos inconvenientes y plantear las reglas de trabajo que contribuyan al desarrollo armonioso y eficaz del trabajo colaborativo. El docente debe proponer el reparto de roles dentro de los equipos de trabajo, donde todos los estudiantes tienen la

oportunidad de contribuir desde su perspectiva y habilidades a la solución de la problemática planteada (Colliver 2000; Galviz-Panqueva 2002; Ortiz-Ocaña 2009)

4. Establecer un tiempo adecuado y especificar su duración para que los estudiantes puedan organizarse y resolver el problema. Establecer un cronograma de actividades adecuadas y consensuadas con los estudiantes, permite aprovechar al máximo el tiempo efectivo de la investigación, sin llegar a extenderse, puesto que puede llegar a desmotivar al estudiante. Este tiempo puede ser compartido entre las horas efectivas de clase dentro del aula y el trabajo autónomo del equipo de estudiantes fuera de las aulas (Olivares-Jiménez 2002; Prieto-Marín 2006).
5. Organizar espacios de comunicación con el docente o los docentes facilitadores. Este espacio ofrece al docente conocer de primera mano el estado en el que se encuentra el proceso de investigación, además de contribuir al ánimo del equipo cuando se encuentren desmotivados. Estas tutorías constituyen una oportunidad muy valiosa para intercambiar ideas, exponer dificultades y los avances en la resolución del problema (Comelli *et al.*, 2002; Ortiz-Ocaña 2009).

Una vez organizadas estas pautas, el desarrollo de la metodología de aprendizaje basado en problemas puede seguir con unas fases determinadas. Morales-Bueno y Landa (2004) proponen que el desarrollo del Aprendizaje Basado en Problemas puede efectuarse en ocho fases:

**Figura 2-1: Desarrollo del proceso de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Morales-Bueno y Landa 2004).**



Es particularmente importante que tanto el docente como los estudiantes conozcan de antemano como se desarrollara el proceso de aprendizaje basado en problemas, puesto que así se podrán establecer las reglas de trabajo y los roles que cada estudiante apropiara.

El rol docente dentro de esta metodología deberá ser entendido como facilitador, convirtiéndose en un orientador del proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes. Se transforma en un estratega que permite desarrollar una serie de procesos y actividades encaminadas hacia conseguir el que el estudiante construya su conocimiento a partir del compromiso autónomo de aprendizaje. Estos conocimientos construidos deben ser significativos, de tal forma que puedan ser aplicados en otras situaciones y contextos (Morales-Bueno y Landa 2004; Ortiz-Ocaña 2009). Este papel va en contravía con el rol tradicional del docente que se ha establecido desde hace bastante tiempo, en donde el docente es el protagonista de la enseñanza y el estudiante tiene un rol pasivo y estático al momento de la clase.

## **2.4 Esquemas de instrucción en el Aprendizaje Basado en Problemas**

El Aprendizaje Basado en Problemas presenta una variedad de esquemas de instrucción, que permiten desarrollar el proceso investigativo y de aprendizaje desde la orientación total en el proceso hasta la libertad total de la investigación. A continuación se mencionan los esquemas propuestos por Morales-Bueno y Landa (2004):

1. La investigación dirigida por el (los) docentes. En esta forma de instrucción, el docente conduce la investigación, proporcionando o señalando donde encontrar la bibliografía y fuentes de información que contribuyan de forma eficaz hacia la solución del problema; planifica y desarrolla actividades que permitan evidenciar que los estudiantes están logrando adquirir, construir y fortalecer los conocimientos necesarios para su vida académica y social, potenciando en mayor medida el aprendizaje vivencial y contextualizado (Calderón 1996; Morales-Bueno y Landa 2004; Ortiz-Ocaña 2009).
2. La investigación dirigida por el docente y los estudiantes. Contribuye al desarrollo de puentes de comunicación e interacción entre el docente y los estudiantes, puesto que permite la inclusión del estudiante en el análisis de las pautas y pasos a seguir en la investigación. El docente controla el avance de la investigación, mientras las fuentes bibliográficas y de información útil para la investigación son buscadas por los estudiantes (Di-Bernardo y Puyol 2004).
3. La investigación dirigida por los estudiantes. En esta modalidad, son los estudiantes quienes a partir de la situación problemática planteada y sus conocimientos previos, inician el proceso de análisis del problema, la búsqueda de información pertinente que les permita comprender y relacionar las estrategias y métodos de solución propuestos por ellos mismos. En este punto son los estudiantes quienes lideran el proceso, siendo el docente un facilitador de información y un orientador de ideas dentro del marco establecido por la investigación (Restrepo-Gómez 2005).

Al momento de determinar cuál es el esquema de instrucción más pertinente para el desarrollo de la actividad investigativa, se debe tener en cuenta diversos factores que pueden influir en el éxito de la propuesta. La madurez de los estudiantes, la experiencia del docente en estas actividades, la base conceptual del curso, los recursos bibliográficos y de instrumentos necesarios, entre otros factores, pueden significar un gran logro en el proceso de enseñanza-aprendizaje o un fracaso pedagógico.

## **2.5 Evaluación formativa de la propuesta en el Aprendizaje Basado en Problemas**

El proceso evaluativo tradicional se enmarcaba en delimitar la cantidad de conocimientos que poseía un estudiante, dando prelación a la memoria por encima de la capacidad de creación y articulación del conocimiento (Beasley y Ford 1991; Ortiz-Ocaña 2009). En el Aprendizaje Basado en Problemas, desarrolla la capacidad crítica y reflexiva en el estudiante, permitiendo que ellos sean capaces de identificar y corregir sus errores a tiempo, así como asegurar el alcance de las metas propuestas tanto por los estudiantes como por los docentes (Morales y Landa 2004).

Dentro de esta idea, la evaluación no puede ser memorística y con el único objetivo de responder un examen, test, o prueba final; esta debe estar orientada hacia el desarrollo intelectual, científico, cultural y social del estudiante, que brinde la posibilidad de encarar de forma adecuada los obstáculos o situaciones problemáticas que se puedan presentar en su vida presente y futura (Gil-Pérez *et al.*, 1999).

Durante el desarrollo de la propuesta de aprendizaje basado en problemas, los estudiantes recorren un camino con un sinnúmero de actividades que pueden ser evaluadas, como lo es el trabajo de cada individuo o aporte individual, presentación y desarrollo de actividades en equipo, reportes escritos de los equipos, contextualización de las tareas problemáticas (Ortiz-Ocaña 2009) y socialización a la comunidad científica y educativa. Para lograr un proceso evaluativo que sea formativo, Morales-Bueno y Landa (2004) proponen algunas acciones susceptibles de evaluación, como lo son: el aporte individual, donde el estudiante produce a partir de sus actividades para la solución del problema, reportes escritos, ensayos y otros formatos escritos, donde se puede evidenciar el trabajo de consulta y análisis individual. Esto es particularmente importante al momento de reunirse con su equipo de trabajo, puesto que estos escritos son insumos significativos al momento de socializar y debatir la información obtenida por cada uno de los integrantes. Esto contribuye a la interacción directa con sus pares académicos, al intercambio de ideas y al respeto por las opiniones ajenas (Branda 2009).

Otra actividad que puede ser evaluada a partir del aporte individual, es el aporte en equipo, donde se puede evidenciar parte del resultado de la interacción y la comunicación entre los estudiantes (Morales-Bueno y Landa 2004). Cuando se ha logrado llegar a consensos entre los estudiantes, estos defienden su postura y la socializan al interior de su comunidad científica (salón de clases), proponiendo una alternativa de solución a la problemática planteada.

Posterior a estas actividades de evaluación, se pueden desarrollar otras estrategias que permiten definir la pertinencia de la actividad, como lo recomienda Ortiz-Ocaña (2009), la evaluación debe expresar la relación entre el proceso y su resultado real, para tal fin la evaluación está presente a lo largo del trabajo realizado y contribuye a la

retroalimentación positiva del proceso. Estas estrategias pueden ir desde casos prácticos donde puedan aplicar sus conocimientos, estudios de casos teóricos donde pueda proponer estrategias de solución y procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

En conclusión, la evaluación dentro del método de aprendizaje basado en problemas, debe ser una forma más de enseñanza y una manera real y directa de permitir el desarrollo del aprendizaje. En este enfoque, la evaluación se convierte en una herramienta en la cual el estudiante es el directo responsable de su correcta utilización, además de contar con el apoyo de los compañeros, docentes y demás miembros involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje; con el objetivo de fomentar de manera crítica, reflexiva y autosuficiente, el desarrollo de competencias científicas para la vida presente y futura.

## 2.6 Aprendizaje por Indagación

El *Aprendizaje por Indagación* es una propuesta que se erige desde el campo de la didáctica de las ciencias y lo que propone es involucrar a los estudiantes en un recorrido parecido al de un científico. Esta perspectiva acerca a los estudiantes a las formas de trabajo de los científicos, comprometiéndolos a ellos mismos en el proceso de indagación científica, ofreciéndoles un ambiente adecuado y, proponiendo tareas o problemas que les permita desarrollar por sí mismos los procesos de ciencia: direccionar su atención hacia un problema, plantear posibles explicación o hipótesis, experimentar y proponer modelos explicativos y repetibles, y crear teorías y evaluar su objetividad y aplicabilidad (Arango *et al.*, 2002; Inzillo 2009). Al acercarse a los estudiantes hacia el aprendizaje por indagación, permite consolidar procesos científicos propios por los mismos estudiantes, en el sentido de poderlos usar para predecir y explicar lo que observan en el mundo natural (Inzillo 2009).

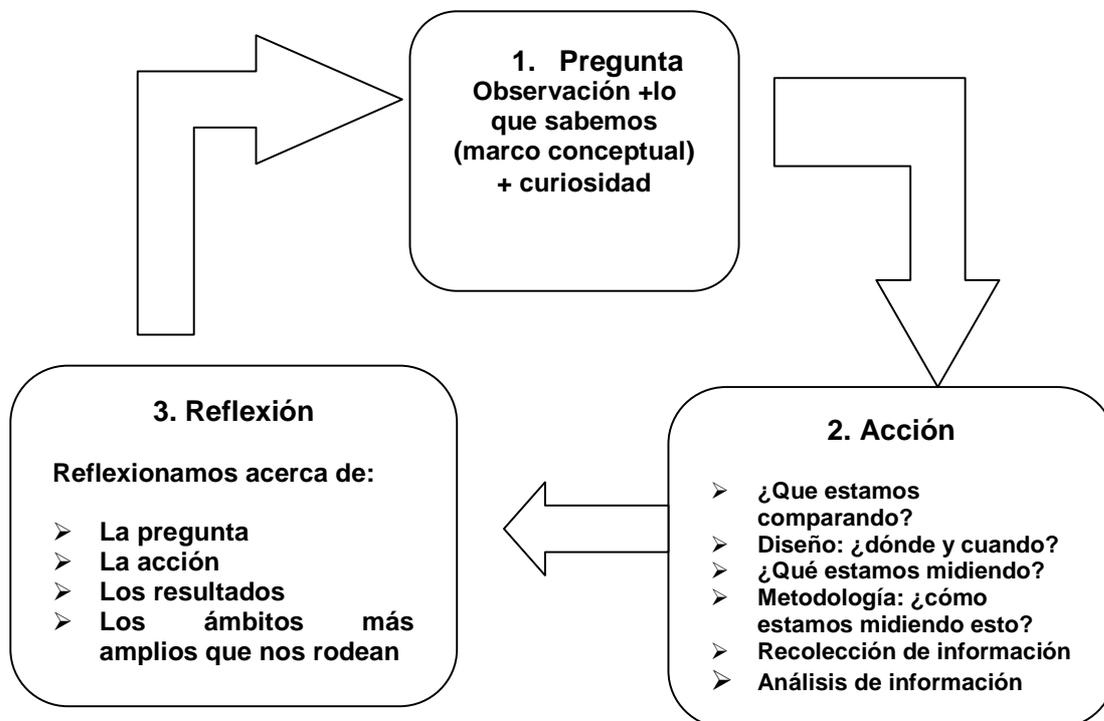
El ciclo de Indagación propuesto por Arango *et al.* (2002), en su propuesta (figura II.) para la *Enseñanza de la ecología en el patio de la Escuela (EEPE)*, ofrece una herramienta metodológica y didáctica diferente, donde estudiantes, profesores, investigadores, y los demás integrantes de la comunidad educativa, son co-investigadores de un entorno cercano (el patio de la escuela), de donde se extraen las **preguntas** partiendo de la curiosidad y de nuestros sentidos. Estas preguntas nos llevan a la acción o “**experiencia de primera mano**” donde los principales materiales son: nuestro cerebro y nuestros sentidos. La experiencia de primera mano comulga con los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales y le aporta valiosas herramientas para que cada estudiante desarrolle habilidades para la formación científica, como son: la perseverancia en la búsqueda de respuestas, respeto a las evidencias, incremento de la curiosidad, evaluación constante de los materiales, métodos y acción, mente abierta ante los múltiples enfoques que nos ofrece un trabajo minucioso y la capacidad de compartir y analizar los resultados. Los datos obtenidos son la base para el tercer paso en nuestro ciclo, se trata de la **reflexión**, donde el grupo de trabajo se reúne en torno a unas evidencias y extrae de ellas las respuestas a los cuestionamientos inicialmente formulados; plantea explicaciones y especulaciones en torno a los resultados: se cuestiona sobre el diseño y la metodología empleada al momento de recopilar la información; abre la posibilidad de “ver” otras materias y/o disciplinas relacionadas con la indagación; extrapola esta reflexión a un universo más amplio con el

objeto de corroborar los resultados obtenidos con los paradigmas científicos; y propicia el desarrollo de nuevos ciclos a través de nuevos cuestionamientos (Arango *et al.*, 2002).

El desarrollo del ciclo de indagación, propicia una educación científica y vincula el método científico a los estudiantes de una manera amigable, al reconocer que se puede realizar un trabajo científico de una manera agradable, practica, y efectiva, debido a que el ser humano, por su naturaleza misma, solo puede reconstruir una verdad partiendo, tal como lo hacen los científicos, de su propia perspectiva del mundo; en otras palabras, situados en el mundo de la vida, sin la rigidez supuesta de los científicos enclaustrados en enormes laboratorios alejados del mundo de la vida e inmersos en el mundo de las ideas científicas (Bifano *et al.*, 2006). Pues todo científico, -grande o chico- se aproxima al conocimiento de una manera similar, partiendo de preguntas, conjeturas o hipótesis que originalmente surgen de su curiosidad ante la observación del entorno y de su capacidad para analizar lo que observa. De esta manera la educación en ciencias y tecnología cumple con su finalidad central, propiciar el pensamiento científico, como herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo fuertemente impregnado por la ciencia y la tecnología (Arango *et al.* 2002; Diego-Rasilla 2004).

El incremento en el conocimiento de nuestro entorno natural y el reconocimiento del papel del hombre en la salud ambiental, contribuye efectivamente a que los estudiantes tomen decisiones sobre sus actos con el ambiente, de una manera más responsable, contribuyendo de esta manera a la conservación y valoración de la biodiversidad a un mediano plazo (Feinsinger *et al.*, 2010).

**Figura 2-2: El ciclo de indagación (Tomado de Arango *et al.* 2002)**



## 2.7 Los pasos del ciclo de indagación

### 2.7.1 Construcción de la pregunta

El paso inicial del ciclo de indagación es la construcción de la pregunta usando los conocimientos y experiencias, que son, dentro del método científico, lo que llamamos el marco conceptual del investigador. Si bien, en un principio todas las preguntas son buenas, algunas resultan ser más provechosas para desencadenar indagaciones provechosas. Si queremos seguir el ciclo de indagación, debemos ajustar las preguntas a las cuatro pautas que describe el ciclo (Arango *et al.* 2002; Garritz 2006; Medina 2010)

- La pregunta debe ser factible de ser contestada dentro de un lapso apropiado de tiempo: por tanto es recomendable que las preguntas incluyan las palabras cómo, cuáles, cuántos, dónde, en vez de preguntas que empiecen con ¿por qué? Ya que estas llevan a la causa final del asunto y para esto se requeriría de mucho tiempo y no podría ser resuelta a través de la experiencia de primera mano.
- La pregunta debe ser comparativa: el eje de la comparación debe mostrar una base significativa y un concepto más amplio que involucre el sentido común, la lógica y la información que tiene el investigador y le permitirá creer que la comparación le aportara nuevas luces y así la pregunta lo conducirá a la fase de reflexión, una pregunta comparativa permite construir más conocimiento. No solo se está aprendiendo sobre la pregunta misma, sino también sobre los aspectos más generales (Arango *et al.*, 2002).
- La pregunta debe ser seductora o atractiva: para lograr tal fin, la pregunta no debe involucrar una respuesta ya conocida o un procedimiento demasiado tedioso.
- La pregunta debe evitar la jerga científica y evitar el uso de tecnologías que sean más sofisticadas que los materiales disponibles: es decir, materiales que se encuentran en la casa o la escuela, con el fin de no obstaculizar la experiencia de primera mano por no contar con los materiales necesarios. Por otro lado, la jerga científica como los nombres científicos de los seres vivos y los términos formales deben ser utilizados cuando los investigadores se vayan familiarizando con los procesos, incorporándolos naturalmente a su vocablo

### 2.7.2 La experiencia de primera mano (acción)

Una vez se ha definido la pregunta, el investigador motivado sale en busca de datos. Pero para que la experiencia de primera mano no sólo sea divertida sino también fructífera, hay que pensar paso a paso cómo se va a hacer: qué datos hay que recoger, en cuántos sitios y cuántas veces, qué materiales y equipos se van a usar para recoger la información; cuánto tiempo se requiere para recoger la información en cada lugar y de qué forma se van a anotar estos datos (Arango *et al.* 2002; Sánchez-Medina 2010)

La experiencia de primera mano abarca cinco tipos de actividades:

- a) la definición de la comparación,
- b) el diseño de la indagación,
- c) la definición de la metodología,
- d) la acción propiamente dicha,
- e) la organización
- f) el análisis de la información.

**Definición de la comparación:** Primero es clave definir qué es lo que se está comparando. Para eso es necesario revisar cuidadosamente la pregunta. Es muy útil preguntarse en este momento, ¿Qué se está comparando? y, ¿Qué se está midiendo (u observando) en cada unidad de lo que se está comparando? Esto no solamente aclara la pregunta misma, sino que también facilita la planificación del paso de la Acción (Arango *et al* 2002).

**Diseño de la indagación.** Es necesario definir dónde y cuándo se va a recoger la información sobre lo que se está comparando. Al hacer cualquier indagación, se quiere obtener una respuesta lo más cercana posible a la realidad, al igual que los científicos profesionales. El reto (y el de ellos) es, por tanto, poder “leer” esa realidad lo más fiel y objetivamente posible, aunque existan limitaciones por factores externos (Arango *et al* 2002).

**Definición del tiempo:** Es importante pensar si el tiempo disponible es suficiente para recoger la información que contestará la pregunta. Una vez se tengan claros los otros elementos del diseño y la metodología de la experiencia de primera mano, debe tenerse en cuenta si el tiempo es o no suficiente para llevarla a cabo y sacar resultados. Esto evitará dificultades al final (Arango *et al* 2002).

**Definición en el espacio:** cuando se están realizando indagaciones que involucran la comparación de lugares, la selección de estos debe ser especialmente importante. Los dos lugares deben ser lo suficientemente similares para que lo que se está comparando no se vea influenciado por otros factores. Dicho de otra manera, los lugares deben parecerse en todo excepto en aquello que se está comparando. Ya una vez seleccionados los lugares de muestreo, se debe analizar cuantas muestras se van a tomar de cada lugar. Deben realizarse varias muestras en puntos escogidos al azar para poder tener la tranquilidad de que la información recogida será representativa y confiable (que presente las características típicas de todas las unidades o toda la zona del lugar) (Arango *et al* 2002).

La selección al azar implica que no se está ejerciendo ningún criterio de selección preestablecido; solo se toman muestras o se miden elementos escogidos “a la suerte”. Este tipo de selección nos ayuda a hacernos una idea de toda la variedad que incluye la naturaleza y a no dejar por fuera del estudio elementos más pequeños o menos coloridos o que parezcan menos importantes (Arango *et al* 2002).

**Definición de la metodología:** Aquí debe hacerse explícito que información se va a recoger y cómo se va a recoger, incluyendo el listado de las herramientas y equipos que se necesitan para hacerlo (Arango *et al* 2002).

Recolección de la información: Ahora sí, a tomar la información, pero debemos tener en cuenta que esto solo tendrá sentido si los pasos previos están bien hechos y si se recoge la información necesaria para contestar a la pregunta. Esta información debe ser organizada en tablas, para facilitar su posterior análisis (Arango *et al* 2002).

Organización y análisis de la información: Teniendo la información, se decide cuál es la mejor manera de trabajarla, si se van a trabajar operaciones matemáticas, se debe tener claridad de por qué se hace y de qué forma el número resultante va a aportar a contestar la pregunta (Arango *et al* 2002).

En muchos casos es muy útil construir una figura con los resultados, que pueda mostrar a simple vista la respuesta a la pregunta y permita visualizar el fenómeno con mayor claridad, dando así pautas para el tercer paso del Ciclo de Indagación: la reflexión.

Las conclusiones permiten, primero contestar la pregunta; segundo, especular sobre la respuesta en un contexto más amplio y tercero, plantearse nuevas preguntas para indagar (Arango *et al* 2002).

### 2.7.3 La reflexión

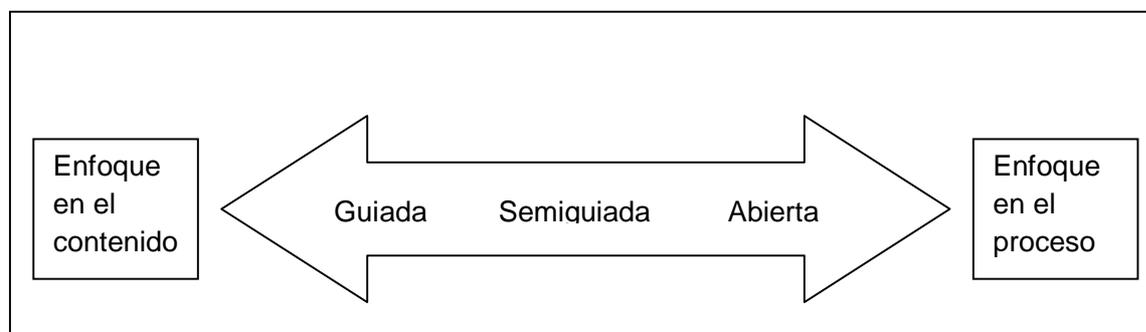
Es en este paso donde las preguntas del ¿por qué? Cobran relevancia, porque conducen a los investigadores a que especulen sobre la respuesta que obtuvieron, que vean esas respuestas desde diversos ángulos y, posiblemente, que generen otras preguntas y otros ciclos de indagación.

Además de plantear preguntas “¿por qué?”, otras preguntas que se deben realizar y discutir son: ¿La forma de recoger la información fue la más adecuada para contestar la pregunta? ¿Qué otras preguntas nos surgen a partir de la experiencia de primera mano y de la respuesta obtenida? ¿Qué podrían significar los resultados obtenidos en un entorno más amplio? ¿Será posible que la respuesta que se obtuvo sea la misma para el mismo evento en lugares diferentes? (Arango *et al* 2002).

En esta etapa los investigadores pueden emplear información de otras fuentes (publicadas y/o no publicadas) para apoyar las observaciones y la indagación propia. Esto les llevará a plantearse nuevas preguntas y nuevos ciclos, a apropiarse de un lenguaje más riguroso y un esquema conceptual cada vez más sofisticado (Torres-Guerra y Sánchez-Medina 2009)

### 2.7.4 Tipos de indagación y como prepararlas

Sobre la base del grado de intervención del co-investigador adulto, se definen tres tipos diferentes de investigación: guiada, semiguía y abierta (Arango *et al.* 2002). La figura III ilustra la ubicación de las tres clases de investigación en una escala continua que va desde el enfoque en el *proceso* del aprendizaje, hasta aquel que se concentra principalmente en el *contenido* del aprendizaje (Arango *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2004).

**Figura 2-3: Tipos de indagación (tomado de Arango *et al.* 2002)**

**Indagación guiada:** En este tipo de indagación, el docente provee la información y las instrucciones para cada una de las etapas del ciclo. Proporciona la pregunta ya construida, el contexto y fondo de la pregunta, el diseño y la metodología de la acción y los puntos de partida para la reflexión (Arango *et al.*, 2002; NRC 2002; Hernández *et al.* 2004; Morales-Bueno y Landa 2004).

**Indagación semiguada:** En esta modalidad se provee el tema general, un concepto, dato, herramienta u objeto particular y ellos deben formular la pregunta y completar el ciclo de indagación (Arango *et al.*, 2002; NRC 2002, Morales-Bueno y Landa 2004).

**Indagación abierta:** En este caso, el tema, la construcción de la pregunta y los demás pasos del ciclo son desarrollados independientemente por los investigadores sin intervención del adulto, este debe velar por que la investigación cumpla las pautas y pase por el ciclo completo (Arango *et al.*, 2002; NRC 2002; Morales-Bueno y Landa 2004).

## 2.8 Articulación entre método científico, Aprendizaje por Indagación y el ciclo de indagación

El método científico se ha consolidado como la forma aceptada en el mundo científico que contribuye al desarrollo de la investigación enfocada hacia el conocimiento del mundo natural (Diego-Rasilla 2004), del cual se desprende un método confiable y global, que puesto en práctica constituye el pensamiento científico. El desarrollo de la actividad en ciencias o actividad científica requiere de una gran capacidad imaginativa y crítica frente a los fenómenos observados, además de poseer una fuerte disciplina y perseverancia para encarar las dificultades que surgen (Ausubel *et al.*, 1983; Valdés y Valdés 1994). Por tal motivo su práctica en los niveles educativos de base como lo son la educación básica preescolar, primaria y secundaria, proporciona insumos suficientes a los estudiantes para encaminar la forma en que las representaciones del mundo que ellos tienen, puedan ser analizadas desde un punto de vista crítico y reflexivo (Martín-Díaz 2002).

El aprendizaje basado en problemas permite articular el método científico en la resolución de un problema real, acercando de una forma menos "tediosa" la idea de construir conocimiento científico, a partir de la implementación de procesos académicos, sociales y culturales en la búsqueda de alternativas de solución frente a la problemática establecida (Galvis-Panqueva 1998).

---

Cuando se articula el método científico, con una estrategia de aprendizaje donde el eje central es solucionar un problema, con la participación del estudiante, aparecen diferentes alternativas didácticas de enseñanza, siendo de particular importancia el aprendizaje por indagación. Esta propuesta que parte de la curiosidad por conocer el mundo que rodea al ser humano, articulando con el método científico, como estrategia de abordaje para la construcción del conocimiento científico, en la resolución de un problema real o teórico de interés particular, contribuye al desarrollo de personas involucradas en los procesos educativos, que de manera sencilla, clara y agradable, desarrollan su capacidad intelectual en la búsqueda de respuestas frente a las explicaciones de su mundo, coherente con el modo de producción del conocimiento científico (Fumagalli 1993).

## Bibliografía

1. ARANGO, N., ELFI-CHAVEZ, M. y FEINSINGER, P. 2002. Guía Metodológica para la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela. National Audubon Society. Nueva York.
2. AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. 1983. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México, Trillas.
3. BARROWS H. S. 1986. A Taxonomy of problema-based learning methods, en Medical Education, 20 (6), Págs. 481-486.
4. BARROWS, H. 1996. Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. En WILKERSON, L. y GIJSELAERS, W.H. (eds.): Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice. San Francisco, Jossey-Bass Publisher. Págs. 3-12.
5. BEASLEY, N. y FORD, J. 1991. Engaging students with Problem Based Learning. Heriot Watt Institute of Petroleum Engineering. Pags. 1-4. Disponible en: [http://www.pet.hw.ac.uk/research/cblpet/pdfs/eng\\_stud\\_prob.pdf](http://www.pet.hw.ac.uk/research/cblpet/pdfs/eng_stud_prob.pdf) [01.05.2011].
6. BIFANO, C., HERNANDEZ-SZCZUREK, D. y VALDIVIESO, R. 2006. Educación en Ciencias Basada en la Indagación: La experiencia de Venezuela. En: Taller Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Logros y Tropiezos. Venezuela.
7. BOLAÑOS, G., MARTÍNEZ, A. y CÁNOVAS-MARMO, C. 2006. Aprendizaje Basado en Problemas. Una experiencia en aula, ITESM Campus León. Revista Electrónica Ide@s CONCYTEG, Año 1. No. 8, Julio 2006. Revisado en: disponible en: [http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/08072006\\_APRENDIZAJE\\_BASADO\\_PROBLEMAS.pdf](http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/08072006_APRENDIZAJE_BASADO_PROBLEMAS.pdf) [01.05.2011].
8. BRANDA, L.A. 2009. El aprendizaje basado en problemas. De herejía artificial a *res popularis*. EDUC. MED.; 12 (1). Págs. 11-23.
9. CALDERÓN, J.A. 1996. Los métodos problémicos en la enseñanza: un camino necesario en la universidad. Elementos, Nº 24, Vol. 3, Págs. 27-30.
10. CISNEROS, R.M., SALISBURY-GLENNON, J.D. y ANDERSON-HARPER, H.M. 2002. Status of Problem-Based Learning Research in Pharmacy Education: A Call for Future Research. American Journal of Pharmaceutical Education. Vol. 66, Págs, 19-26.
11. COLLIVER, J.A. 2000. Effectiveness of problema-based learning curricula: research and theory. Acad. Med., 75: Págs. 259-266.
12. DI-BERNARDO, J.J. y PUYOL, R.B. 2004. Aprendizaje basado en problemas (ABP) en la carrera de Bioquímica. Un enfoque de concepción constructivista que facilita el proceso de aprendizaje. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y Tecnológicas. Argentina.
13. DIEGO-RASILLA, F.J. 2004. El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: Haciendo ciencia en la clase de biología. Revista Pulso, 27. Págs. 111-118.

14. EGIDO-GALVEZ, I., ARANDA-REDRUELLO, R., CERRILLO-MARTIN, R., DE LA HERRAN-GASCON, A., DE MIGUEL-BADESA, S., GOMEZ-GARCIA, M., HERNÁNDEZ-CASTILLA, R. IZUZQUIZA-GASSET, D., MURILLO-TORRECILLA, F. J. y PÉREZ-SERRANO, M. 2006. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Estrategia metodológica y organizativa del curriculum para la calidad de la enseñanza en estudios de Magisterio. Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado, Vol. 20, Nº 3, Págs. 137-149. Universidad de Zaragoza. España.
15. EXLEY, K. y DENNIS, R. 2007. Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior. Madrid: Narcea.
16. FEINSINGER, P., POZZI, C., TRUCCO, C., CUELLAR, R.L., LAINA, A., CAÑIZARES, M. y NOSS, A. 2010. Investigación, conservación y los espacios protegidos de América Latina: una historia incompleta. Ecosistemas 19 (2), Mayo. Págs. 97-111. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=645> [01.05.2011].
17. FUMAGALLI, L. 1993. El desafío de enseñar ciencias naturales. Buenos Aires, Editorial Troquel, S.A.
18. GAJARDO, O.A., BEZIC, C., DALL´-ARMELLINA, A., AVILÉS, L. y CAÑÓN, S. 2008. Una experiencia educativa en la enseñanza de las ciencias a partir de un sistema productivo: la indagación como metodología de estudio en carreras universitarias de agronomía. Revista Pilquen. Sección Agronomía. Año X, Nº 9. Págs. 1-11.
19. GALVIS-PANQUEVA, A.H. 1998. Educación para el siglo XXI apoyada en ambientes educativos interactivos, lúdicos, creativos y colaborativos. Informática Educativa. Vol. 11, Nº 2, Págs. 169-192.
20. GALVIS-PANQUEVA, A.H. 2002. Aprender y enseñar en compañía y con apoyo de TICs Tecnologías de Información y Comunicaciones. Metacursos, soluciones eLEARNING innovadoras.
21. GARRITZ, A. 2006. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. Revista Iberoamericana de Educación [en línea], [citado 2011-05-05]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=80004208>. [01.05.2011].
22. GIL-PÉREZ, D., FURIÓ-MÁS, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J., GONZALES, E., DUMAS-CARRE, A., GOFFARD, M. y PESSOA DE CARVALHO, A.M. 1999. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Enseñanza de las Ciencias, Vol. 17, Nº 2, Págs. 311-320.
23. GUANCHE-MARTÍNEZ, A. 2005. La enseñanza Problemática de las ciencias naturales. Revista Iberoamericana de Educación. Nº 36 (6). Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/973Guanche.pdf> [20.03.2011]
24. HERNÁNDEZ, J.T., FIGUEROA, M., CARULLA, C., PATIÑO, M.I., TAFUR, M. y DUQUE, M. 2004. Pequeños Científicos, una aproximación sistemática al

- aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales*, N° 19. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. Págs. 51-56.
25. HMELO-SILVER, C.E. y BARROWS, H.S. 2006. Goals and Strategies of a Problem-Based Learning Facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. Vol. 1, N° 1. Págs. 21-39.
26. HMELO-SILVER, C.E., GOLAN-DUNCAN, R. y CHINN, C.A. 2007. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42 (2), Págs. 99-107.
27. INZILLO, L.N. 2009. El aprendizaje por indagación y la experimentación a través de un proyecto colaborativo. Primer Congreso virtual Colombia Aprende. Proyectos colaborativos: Renovando las prácticas de aula.
28. KIRSCHNER, P.A., SWELLER, J. y CLARK, R.E. 2006. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), Págs. 75-86.
29. MAJMUTOV, M. 1977. Teoría y práctica de la enseñanza Problemática. Editorial de la Universidad de Kazán.
30. MARTIN-DÍAZ, M.J. 2002. Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, N° 2. <http://www.saum.uvigo.es/reec> [01.05.2011].
31. MORALES-BUENO, P. y LANDA-FITZGERALD, V. 2004. Aprendizaje Basado en Problemas. *Problem-based Learning. Theoria*, Vol. 13: Págs. 145-157.
32. MORALES-GALICIA, M.L. 2008. Empleo del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una propuesta para acercarse a la química verde. *Tecnología en Marcha*, Vol. 21-1, Enero-Marzo, Págs. 41-48.
33. NRC: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2002. *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C., National Academy Press.
34. OLIVARES-JIMÉNEZ, S.R. 2002. El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica para transformar la universidad. Universidad Autónoma de Nayarit. Disponible en: <http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%202/Mesa%201/Mesa1.htm> [01.05.2011].
35. ORTIZ-OCAÑA, A.L. 2009. *Pedagogía Problemática: modelo metodológico para el aprendizaje significativo por problemas*. Editorial Magisterio. 1ª Edición. Bogotá.
36. PÉREZ-TAMAYO, R. 1998. ¿Existe el método científico? *Historia y realidad*. Fondo de cultura Económica, México. (La Ciencia Para Todos, 161), 297 Págs.
37. PRIETO-MARTIN, A., BARBARROJA-ESCUADERO, J., REYES-MARTIN, E., MONSERRAT-SANZ, J., DÍAZ-MARTIN, D., VILLARROEL-MAREÑO, M. y ÁLVAREZ-MON SOTO, M. 2006. Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula Abierta*, 87: Págs. 171-194.

38. RESTREPO-GÓMEZ, B. 2005. Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*. Nº 5, Págs. 9-20.
39. SÁNCHEZ-MEDINA, N. 2010. La formulación de preguntas: una alternativa metodológica que favorece la reflexión, discusión y construcción de conocimiento. Cambios morfológicos en la Mariposa Blanca de col, *Leptophobia aripa* tras la modificación de su dieta alimenticia en etapas específicas de su desarrollo. *Bio-grafia: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Vol.3, Nº 4. Págs. 210-215
40. TORRES-GUERRA, N. y SÁNCHEZ-MEDINA, N. 2009. "Semillas Ambientales" en el Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar (IPARM) de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. *Bio-grafia: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Vol.2, Nº 1. Págs. 1-5
41. VALDÉS, R. y VALDÉS, P. 1994. Utilización de los ordenadores en la enseñanza de la física. *Revista Española de Física*, 8 (4), Págs. 50-52.
42. VARGAS-MONTOYA, J. 2008. El método de indagación de Dewey y el Aprendizaje Basado en Problemas. En: *aprendizaje basado en problemas en la educación superior*. TUA-VASQUEZ, J.A. (Comp.). Universidad de Medellín 2009.
43. VENTURELLI, J. 1997. Educación Médica: nuevos enfoques, metas y métodos. Inminencia y necesidad del cambio en el camino de la equidad y la eficiencia de una salud para todos. Organización panamericana de la salud/Organización mundial de la salud, Washington, D.C., E.U.A. Págs. 295.
44. WOODS, D.R. 2006. Preparing for PBL. Disponible en: <http://www.chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm>. [20.03.2011]



### 3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE ESPECIE FOCAL A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) Y EL CICLO DE INDAGACIÓN CON ESCARABAJOS COPRÓFAGOS.

La pérdida de biodiversidad causada por la acción humana está alterando de manera significativa las funciones, composición y estructura de los ecosistemas. Sin embargo, la comprensión de la magnitud del efecto que traen estos cambios en la diversidad de los organismos y la dinámica de los procesos ecológicos es bastante limitada (Santos y Telleria 2006). Teniendo en cuenta que parte de la problemática al momento de establecer criterios de conservación está dada por la falta de información acertada y oportuna, algunas personas han propuesto la utilización de un enfoque multi-específico conocido como especies focales (Lambeck 1997). Este enfoque permite agrupar a un conjunto de especies que poseen ciertas características especiales que las hacen particularmente susceptibles a los cambios negativos en su hábitat o amenazas a su supervivencia (Kattan 2008). En este enfoque se agrupan especies indicadoras, especies bandera, especies piedrangulares o “clave” y especies sombrilla (Isasi-Catala 2011).

Los escarabajos coprófagos (COLEOPTERA:SCARABAEINAE), cumplen con varios de estos atributos y pueden ser utilizados como instrumento para obtener información del estado en el que se puede encontrar un hábitat determinado (**especie indicadora**), debido a que se caracterizan por alimentarse de excrementos de vertebrados, principalmente mamíferos (Halffter y Edmons 1982), tienen una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitats (Halffter 1991). Debido a que muchas de las especies de este orden tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque específicos, este grupo de insectos es particularmente atractivo para la realización de monitoreos biológicos (Celi y Dávalos 2001).

También han sido fuente de inspiración para algunas culturas milenarias, como el caso de los egipcios, quienes atribuían a los escarabajos coprófagos el poder de la resurrección y consideraban a estos un dios (*Khepri*), adorándolos e idolatrándolos en sus pirámides, rituales y ceremonias de momificación (Martin-Piera 1997). Este simbolismo permite atribuirles un gran valor como especies bandera.

A continuación se consolida una propuesta metodológica, basada en la construcción del concepto de especie focal por parte de los estudiantes de básica secundaria, utilizando como enfoque metodológico el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y articulado con la propuesta didáctica de indagación EEPE desarrollada por Arango *et al.* (2002), con el objetivo de acercar de una forma amigable a los estudiantes hacia el método científico y sus etapas.

La propuesta se divide en dos partes; la primera parte se refiere a la preparación del docente para abordarla, junto con los requisitos que se debe cumplir, los roles que deben ser apropiados y los métodos de abordaje y evaluación a proponer.

Cabe resaltar que esta propuesta metodológica puede ser adaptada hacia la construcción de diferentes ideas o conceptos, siempre y cuando se sigan las pautas aquí recomendadas.

Al culminar la aplicación de la propuesta, es muy factible que los estudiantes puedan construir conocimiento, permitiendo así el desarrollo de competencias básicas y la implementación de forma efectiva del trabajo colaborativo, pero sobre todo, el empoderamiento por parte del estudiante en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **3.1 Parte I. Planificación y actividades para el Docente.**

En la planificación por parte del docente, este debe estar dispuesto a permitir que los estudiantes sean los actores principales del proceso. En este punto el rol del docente se convierte en un rol orientador o facilitador, es decir, se convierte en un guía del proceso y deja de lado el papel tradicional de autoridad omnipotente (Morales-Bueno y Landa 2004).

El docente previo a la implementación de la práctica debe realizar las siguientes actividades:

1. Organizar los contenidos que se pueden asociar desde el plan de estudios de la institución donde labora, junto con los requisitos de ley en educación. Para el caso de esta propuesta, se basa en las acciones de aprendizaje para los grados Octavo y Noveno propuestas en los Estándares Básicos de competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales (MEN 2004), además del Plan de Estudios para el grado Noveno en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús (Leticia-Amazonas).
2. Una vez organizados los contenidos que se pretenden abordar durante el desarrollo de la propuesta, que contribuya a su aceptación y permita el desarrollo normal del plan de estudios; se identifica la situación problémica que iniciara el proceso de investigación e indagación por parte de los estudiantes.

En esta propuesta, la situación problémica general se refiere a la poca información de utilidad que permita establecer criterios de conservación en áreas no intervenidas por los humanos. Para tal fin se establece que los estudiantes a partir del desarrollo de esta propuesta, puedan construir con la ayuda del estudio de los escarabajos coprófagos como indicadores biológicos, el concepto de especie focal propuesto por Lambeck (1997). La metodología pedagógica para

abordar la propuestas está enmarcada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el ciclo de Indagación propuesto por Arango *et al.* (2002) en su guía metodológica para la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela (EEPE).

3. Una vez identificada la metodología del ABP y el ciclo de indagación, se procede a organizar las etapas recomendadas por Morales-Bueno y Landa (2004) para abordar el ABP, además de incluyendo las fases del ciclo de indagación (Construcción de la Pregunta, Acción y Reflexión).

En esta propuesta se desarrollaran las 8 etapas recomendadas por Morales-Bueno y Landa (2004), articulando en las etapas VI, la fase de la construcción de la pregunta, en la etapa VII, la acción, y en la etapa VIII la reflexión, según la EEPE (Arango *et al.*, 2002).

4. Determinar la metodología para el desarrollo del acercamiento de primera mano, es decir, el método dentro del campo de las ciencias, que se utilizara para abordar el trabajo en campo con el objeto de estudio. Debido a que el ABP recomienda que los estudiantes son quienes proponen las metodologías, se puede planificar con anticipación una metodología acorde a las necesidades y recursos con los que se cuentan, debido a que puede haber la posibilidad que los estudiantes planteen metodologías muy complejas, costosas o de difícil ejecución, por lo cual el docente debe estar preparado para orientar este proceso.

En esta propuesta, se utilizara como instrumento educativo, los escarabajos coprófagos (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) como indicadores biológicos, y el *Manual de Monitoreo Biológico. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental*, propuesto por Celi y Dávalos (2001) como metodología para el acercamiento de primera mano.

5. Para evaluar el proceso, el docente puede hacer uso de varias estrategias evaluativas, pero como el ABP y el ciclo de Indagación, son metodologías que permiten la construcción del conocimiento a partir de diferentes factores, difíciles de cuantificar, se vuelve algo complejo y poco efectivo el uso de Evaluaciones o pruebas tradicionales. Se recomienda el uso de Rubricas o Matrices de Valoración (Vera-Vélez 2008), puesto que permiten establecer criterios y estándares de calidad por niveles, además de determinar la eficiencia en la ejecución de tareas específicas por parte de los estudiantes.

También se recomiendan los procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación propuestos en el ABP.

### **3.2 Parte II. Planificación y actividades del equipo de estudiantes.**

Las actividades que deben desarrollar los estudiantes están enmarcadas dentro del ABP y el ciclo de Indagación. Los estudiantes deben conformar equipos de trabajo, de 5 a 8

estudiantes, con el fin de organizar de forma equitativa la distribución de roles y de actividades y tareas de aprendizaje. Posterior a esta organización, se continúa con las siguientes etapas:

### 3.2.1 Etapa I. Situación Problemática

Una situación problemática o problemática se puede definir como cualquier situación, real o teórica, que implique cierto nivel de complejidad en cuanto a su solución, además de provocar un conflicto cognitivo en el estudiante. Debe ser retador, interesante y motivador (Morales-Bueno y Landa 2004).

A partir de este pensamiento, se proponen diferentes situaciones que promuevan la curiosidad, el reto y la necesidad de solucionarlo por parte de los estudiantes. Es necesario que la situación problemática este en la medida de lo posible asociada a problemas o situaciones conflictivas reales, para contribuir así con la contextualización del problema.

#### 3.2.1.1 Análisis y contextualización del problema

Se propone la lectura del artículo "***La destrucción de la Amazonia: En 20 años no habrá más bosque***" (ver anexo A), con el objetivo de motivar al estudiante hacia el conocimiento de una problemática ambiental que puede afectar no solo a aquellos habitantes de esta zona en particular, sino que también puede afectar la dinámica de todo el mundo en general. A partir de la lectura del este artículo, los estudiantes analizarán cuáles pueden ser las consecuencias de la destrucción y fragmentación de los hábitats naturales, además de cuáles son los factores que influyen en esta problemática.

La discusión se centrará en identificar los siguientes aspectos básicos en la lectura del artículo:

1. ¿Cuáles son las características importantes que presentan los bosques tropicales para el mundo?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo que presentan estos bosques por acciones humanas?
3. ¿Cómo se podría reconocer el impacto negativo sobre los bosques antes de ser intervenidos por los humanos?

Al momento de iniciar la discusión de las preguntas orientadoras, se registrarán las opciones de respuesta por parte de los estudiantes. El relator se encargará de realizar dicho registro, mientras el moderador, organizará la participación de los integrantes del equipo.

Teniendo en cuenta que el aprendizaje basado en problemas promueve el papel central de estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Morales-Bueno y Landa 2004, Ortiz-Ocaña 2009), con respecto a los aspectos a identificar en el artículo mencionados con anterioridad, puede existir la posibilidad que aparezcan aspectos nuevos o diferentes, por lo cual el docente-facilitador, tendrá que estar en contacto constante con los equipos de discusión y contribuir a dinamizar y orientar el proceso.

### 3.2.2 Etapa II. Lluvia de ideas

En esta etapa, los estudiantes a partir de lo que pueden conocer sobre la situación problemática, pueden formular las posibles causas, hipótesis de por qué se presenta esta situación, ideas o alternativas de solución a la problemática, entre otras posibles explicaciones o soluciones. Estas ideas se deben organizar, y dentro del equipo de discusión podrán ser aceptadas o rechazadas, según el avance del proceso de investigación (Morales-Bueno y Landa 2004).

Para sistematizar la información que se produzca en esta etapa, se organizará en una tabla (ver tabla 3.1. Sistematización Etapa II. Lluvia de ideas), donde se registraran las ideas propuestas por los estudiantes y la relación que estas tienen con la situación problemática planteada. Cuando se encuentren organizadas estas ideas dentro de la tabla, se procederá a su discusión al interior del equipo, y luego de esta discusión podrán ser aceptadas (A), teniendo como criterios la pertinencia y la relación que esta tenga con la situación problemática planteada, como punto de partida para resolver el problema; y cuando no estén de acuerdo con esta propuesta, o no este orientada hacia la situación problemática, se calificará como NO ACEPTADA (N.A.).

**Tabla 3-1: Sistematización de la Etapa II. Lluvia de ideas.**

HIPÓTESIS, IDEAS, PROPUESTAS O ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	RELACIÓN CON LA SITUACIÓN PROBLÉMICA	CALIFICACIÓN: A (ACEPTADA) N.A.(NO ACEPTADA)

### 3.2.3 Etapa III. Que se conoce acerca de la situación problemática (diagnóstico de preconceptos)

En esta etapa, el equipo realiza un cotejo de todo aquello que ellos conocen desde su experiencia, ideas previas y conocimientos adquiridos, que permita abordar la situación

problémica de forma organizada y objetiva. Aquí se recurre a identificar toda la información posible de la cual se dispone, los detalles del problema que se conocen, por lo cual, es particularmente importante la relación entre la Etapa I y II, puesto que les ayuda a identificar la situación problema y las alternativas de solución posibles a partir de lo que conocen hasta ahora.

Para realizar este diagnóstico, el docente puede plantear un problema de diagnóstico; en este caso en particular, se plantea el siguiente problema:

### 1. Relato de situación problémica a cargo del docente

#### Situación problémica

*“Usted visitaba constantemente desde que era pequeño la finca de sus abuelos maternos a las afueras de la ciudad. En esta finca había muchas plantas y algunos animales, pero lo que más le llamaba la atención a usted era un gran bosque, con numerosos árboles grandes que había en el costado norte de la finca. En este bosque usted observaba diferentes animales, tales como aves, mamíferos grandes (venados) e inclusive se podían ver algunos primates (micos).*

*Un día mientras usted caminaba con la compañía de su abuelo, observo que en el suelo del bosque, donde había estiércol de uno de estos animales, se encontraban unos “bichos” de colores oscuros y otros de colores brillantes, con cuerpos duros y algunos con “cuernos” o “cachos” en la cabeza. Le llamo la atención que algunos de estos “bichos” hacían bolitas de estiércol y los llevaban con sus patas traseras hasta otro punto de donde estaban, mientras otros se enterraban al interior del estiércol y no salían más. En su última visita a la finca de sus abuelos, usted encontró que aquel bosque que tanto le llamaba la atención en el costado norte de la finca, ya no existía más, y en su lugar había un gran potrero, porque al parecer iban a construir un conjunto de galpones para criar pollos. Usted ingreso al sitio y se evidenciaban muchos cambios”.*

Teniendo en cuenta la situación problémica planteada anteriormente, el estudiante deberá responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles considera usted son los cambios más evidentes en bosque actual con respecto al bosque que había antes?
2. ¿Cree usted que los animales que observo antes todavía habitan el bosque?
3. ¿Qué cree usted que paso con las aves, mamíferos, primates y los “bichos” que hacían bolitas y los que vivían en el excremento?
4. ¿Considera usted que podría saber con anterioridad lo que podría suceder con el bosque si era talado, alterado o destruido?
5. ¿Qué estrategia usted propondría para poder obtener esta información antes de que el bosque fuera talado, alterado o destruido?
6. ¿Cuáles herramientas cree usted necesitaría para lograr este objetivo?

Luego que el estudiante de forma individual registre sus respuestas a estas preguntas, se procederá a la socialización en su equipo de trabajo, con el objetivo de contrastar y consolidar dentro del equipo la información con la que cuentan para iniciar el trabajo.

### 3.2.4 Etapa IV. Que se desconoce de la situación problémica. (Necesidades conceptuales)

En esta etapa, luego de identificar lo que saben acerca de la situación problémica, los estudiantes organizan un listado de aquellas cosas que consideran desconocen sobre la ETAPA I, II y III. Este punto es de vital importancia, porque permite a los estudiantes reconocer sus debilidades conceptuales y procedimentales; y al docente-facilitador, establecer el punto de partida para el desarrollo de la investigación, el tipo de búsqueda bibliográfica que se requiere, las experiencias de primera mano necesarias para la solución del problema y sobre todo, cuáles serán los insumos, herramientas y técnicas para analizar la información que se obtenga.

En esta propuesta se organizara la información obtenida en una tabla (Ver tabla 3-2 Conceptos desconocidos y su importancia para la investigación), donde se listara los conceptos que no se conocen de antemano y que pueden ser de utilidad para el desarrollo de la investigación. Estos se organizaran en tres categorías: Conceptual, Procedimental y Actitudinal.

La categoría **Conceptual** hace referencia a los conceptos necesarios para poder comprender, analizar y solucionar la situación problémica. La categoría **Procedimental**, está relacionada con los métodos, procesos y estrategias necesarias para desarrollar la investigación, como lo son técnicas de muestreo, análisis de graficas, recolección y sistematización de datos, etc. Por último, la categoría **Actitudinal**, tiene que ver valoración del proceso investigativo y con la contextualización que el equipo podría hacer de la situación problémica en un contexto más amplio.

**Tabla 3-2: Conceptos desconocidos y de importancia para la investigación.**

CATEGORÍAS	CONCEPTOS DESCONOCIDOS	RELEVANCIA PARA LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN EN LA RESOLUCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLÉMICA.
CONCEPTUAL		
PROCEDIMENTAL		
ACTITUDINAL		

### 3.2.5 Etapa V. Planificación de la metodología para resolver la situación problémica.

En esta fase, los estudiantes con ayuda del docente-facilitador, elaboran una lista de las acciones que deben realizarse, es decir, se planea la estrategia de investigación. Se consolidan las funciones de cada uno de los integrantes del equipo y los roles que estos desempeñaran durante la investigación. Estos roles se distribuyen de la siguiente forma:

Moderador: estudiante encargado de orientar la secuencia en las actividades de discusión; también se encarga de establecer con los integrantes del equipo las normas de convivencia y de trabajo del equipo. Distribuye las tareas de aprendizaje e investigación al interior del equipo.

Relator: Estudiante encargado de registrar las apreciaciones, ideas y otros insumos del trabajo investigativo. Se encarga de proteger y almacenar el material bibliográfico utilizado y los insumos necesarios para la investigación.

Socializador: Estudiante encargado de socializar los avances, dificultades y resultados del proceso de investigación. Será la voz principal del equipo de trabajo en las reuniones o asambleas organizadas dentro del proceso.

Estos roles pueden ser repartidos al azar y pueden alternarse durante las diferentes etapas del proceso investigativo.

Además se propondrá la forma de búsqueda, recolección y análisis de la información revisada, los horarios de tutoría y reuniones de los equipos, las obligaciones y como se evaluarán estos procesos de trabajo individual y grupal.

Es conveniente organizar un cronograma donde se definan las actividades a realizar, junto con el tiempo destinado para cada una de ellas y los responsables. Cabe resaltar que gran parte del trabajo realizado por los estudiantes no será en horas clase, este deberá realizarse en diferentes horarios, con el objetivo de aprovechar al máximo el tiempo dispuesto para la investigación.

En la propuesta para la construcción del concepto de especie focal a través del ciclo de indagación y el aprendizaje basado en problemas, se recomienda la posibilidad de abordar los siguientes contenidos en las tutorías, categorizados así:

Contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y contenidos actitudinales (ver Tabla 3-3)

Tabla 3-3: Conceptos para abordar en tutorías de importancia para la investigación.

TIPO DE CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
<b>CONCEPTUALES</b>	<b>Ecosistemas. Hábitats. Comunidad. Población. Especie biológica. Taxonomía y Sistemática. Claves dicotómicas y diagnosis. Amenazas de la biodiversidad. Fragmentación o destrucción de hábitats. Bioindicadores. Monitoreo biológico. Escarabajos coprófagos: generalidades. Índices de biodiversidad (riqueza, abundancia). Estrategias de conservación.</b>
<b>PROCEDIMENTALES</b>	<b>Identificación de características de los ecosistemas. Como reconocer una especie biológica. Causas de la pérdida de biodiversidad. Técnicas de muestreo. Trampas de caída o Pitfall. Preparación de Cebos (excremento). Etiquetado de material biológico. Montaje de insectos. Identificación de especies de escarabajos coprófagos. Análisis estadístico de Riqueza y Abundancia.</b>
<b>ACTITUDINALES</b>	<b>Valores de conservación de la biodiversidad. Importancia de los bosques para el planeta. Uso de insectos como bioindicadores. Monitoreo biológico con escarabajos coprófagos y su importancia en la conservación de la biodiversidad.</b>

Como método didáctico para permitir que los estudiantes indaguen por su cuenta en los libros, en internet o en otras fuentes de información, en la presente propuesta se articula el ciclo de Indagación propuesto por Arango *et al.* (2002), en la guía metodológica para la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE). Debido a que esta propuesta inicia a partir de las experiencias previas y la observación, las cuales ya fueron realizadas en las ETAPAS I, II, III y IV de la propuesta, se continúa con **Construcción de la pregunta** (ETAPA VI), **las experiencias de primera mano o Acción** (ETAPA VII) y por último la **reflexión** (ETAPA VIII).

Se propone a los estudiantes que a partir de la lectura de la situación problémica y su comprensión, además de las ideas previas que tiene sobre esta y aquello que desconocen, formulen una pregunta integradora, donde se delimite el problema a resolver.

### 3.2.6 Etapa VI. Definición del problema. Construcción de la pregunta (EEPE)

La definición del problema consiste en un conjunto de declaraciones que explique de forma clara y concisa lo que el equipo desea resolver. Para esto se dispone de la información recopilada en todas las etapas anteriores y a través de las recomendaciones para la construcción de la pregunta de investigación por Arango *et al.* (2002), se pueden proponer varias preguntas de investigación, pero estas deberán cumplir con las pautas indicadas en la EEPE (ser comparativa, seductora o atractiva, con lenguaje sencillo y de respuesta en tiempo razonable).

Teniendo en cuenta que la propuesta de indagación es guiada, donde el docente provee la pregunta, además de ser una investigación dirigida dentro del marco del aprendizaje basado en problemas, se propone la siguiente pregunta integradora:

*“La poca información que se puede tener de la mayoría de hábitats en nuestra región, puede conllevar al desconocimiento de su importancia presente y futura, por lo cual es necesario obtener información precisa sobre su valor, importancia y como se pueden ver afectados por las acciones humanas, antes de ser destruidos, alterados, intervenidos o fragmentados. Partiendo de esta premisa **¿Cuáles estrategias en el campo de las ciencias naturales pueden brindar información sobre el efecto negativo de las actividades humanas en los hábitats naturales antes de ser afectados?**”*

### 3.2.7 Etapa VII. Obtención de la información. Acción (EEPE)

Esta etapa es de crucial importancia, teniendo en cuenta que a partir de su desarrollo, los estudiantes tomarán conciencia de lo importante de la responsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el compromiso que se adquiere en el proceso de investigación para la solución del problema. Se centra en un periodo de trabajo y estudio individual, y posteriormente en equipo, donde cada miembro cumple la función que le fue asignada con anterioridad. Se obtiene la información necesaria, se estudia, analiza y comprende.

Es posible que se requiera ayuda para la comprensión de los conceptos y estrategias encontradas, por lo cual, se vuelve particularmente importante el rol del docente como facilitador, contribuyendo a orientar el proceso de los estudiantes. Para este fin, el docente podrá hacer uso de los contenidos que se planificaron en la ETAPA V y que se encuentran articulados con su plan de estudios y los estándares educativos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional.

Para desarrollar esta etapa se implementará la fase del ciclo de indagación (Arango *et al.*, 2002) correspondiente a la acción, y como metodología para la fase de muestreo la recomendada por Celi y Dávalos (2001), en su Manual de monitoreo: los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental.

1. **Definir que se está comparando:** en esta fase, los estudiantes a partir del análisis de sus necesidades de investigación, concretan los parámetros que van a comparar durante su investigación. Para esta propuesta se compararán los índices de riqueza y abundancia de especies de escarabajos coprófagos en dos zonas de bosque, comprendidas Bosque primario (Zona 1) y potrero o zona intervenida fuertemente por el hombre (Zona 2), como lo recomiendan Celi y Dávalos (2001) en su publicación.

El bosque primario se caracteriza por la presencia de árboles grandes, maduros, con una extensa cobertura del dosel, en el cual la estructura y la composición son el resultado de procesos ecológicos no intervenidos por la actividad humana (Lund 1999, citado por Kapelle 2004).

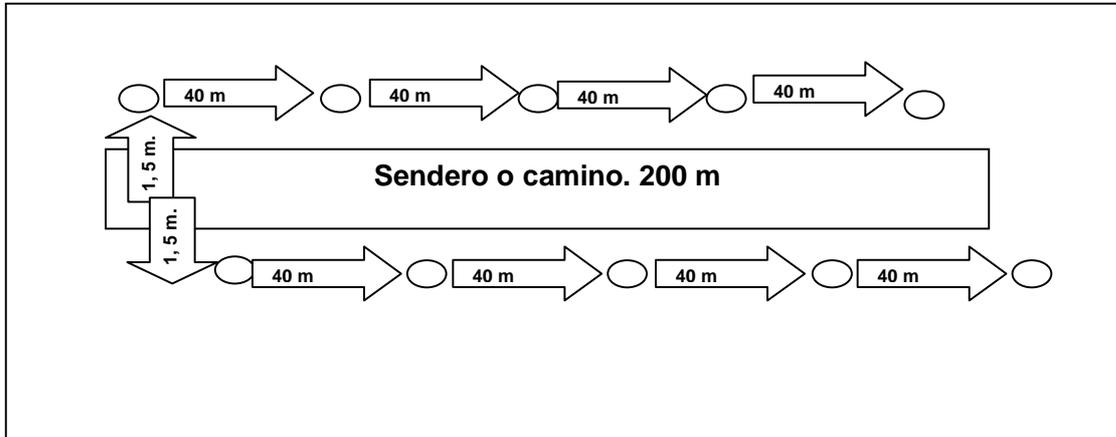
La zona comprendida como potrero o zona fuertemente intervenida por el hombre, corresponde a una porción de bosque que fue talada casi o

totalmente, la cual ha perdido su estructura y composición original (Kapelle 2004).

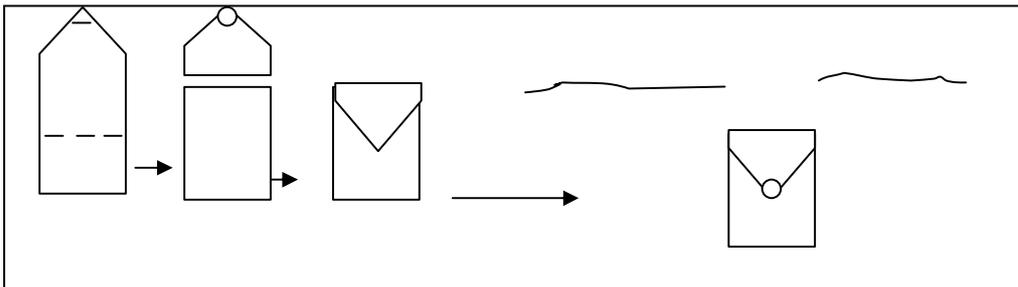
2. **Diseño de la indagación:** en esta fase los estudiantes diseñan, planifican y organizan las actividades de acercamiento de primera mano a la problemática planteada. Para esto definen los espacios (zonas de bosque) en donde realizarán la experiencia y el tiempo que se requiere para realizarla. Se recomienda seguir la metodología planteada en la publicación de Celi y Dávalos (2001). Los espacios elegidos deben permitir la comparación y el tiempo debe ser el necesario para obtener todos los datos relevantes para la investigación.
3. **Definición de la metodología:** en esta fase se hace explícito la información que se va a recoger de la zonas de estudio (descripción del espacio y condiciones ambientales relevantes), tamaño de las muestras a recolectar (proporción de escarabajos coprófagos por especie y comparación por cantidad en cada zona), la metodología precisa de cómo se recolectará la información (diseño de transectos, tipos de trampas y cebos a utilizar, preservación, identificación y transporte de las muestras, identificación de los especímenes-guías, claves y diagnosis-, análisis estadístico de riqueza y abundancia (índices), y se organiza un listado de las herramientas y equipos necesarios para este fin.

En esta propuesta en particular, se implementará la metodología propuesta por Celi y Dávalos (2001), la cual propone realizar transectos de 200 m en línea, en cada zona de estudio (Zona 1 y Zona 2), en las cuales se realizarán descripciones detalladas de la zona y se medirán algunas variables ambientales como temperatura (termómetro), humedad (higrómetro) y velocidad del viento. En estas zonas se enterrarán en el suelo 10 trampas de caída o Pitfall, ubicando 5 trampas a cada lado del camino o sendero, a una distancia de 40 m. entre trampa y 1,5 m del camino (ver figura 3.1), que en este caso, se modificarán por botellas de gaseosa de 2 litros de capacidad, recortadas a 1/3 de distancia del borde superior, y en el extremo superior donde se enrosca la tapa, se corta 1 cm debajo del inicio de la rosca, con el fin de permitir la entrada de los escarabajos de mayor tamaño; posteriormente se insertará en el interior como embudo (Ver figura 3.2); el objetivo es capturar vivos a los especímenes y así poder observar luego en laboratorio sus actividades.

**Figura 3-1: Ubicación de Trampas de caída o Pitfall. Transecto.**

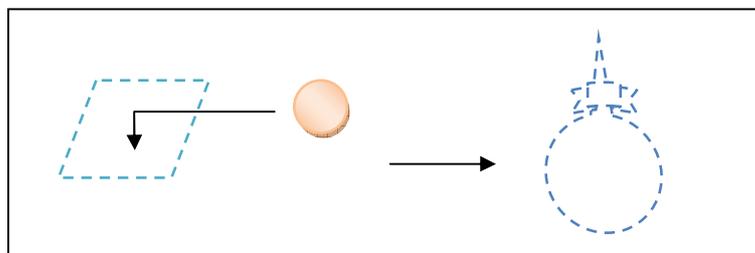


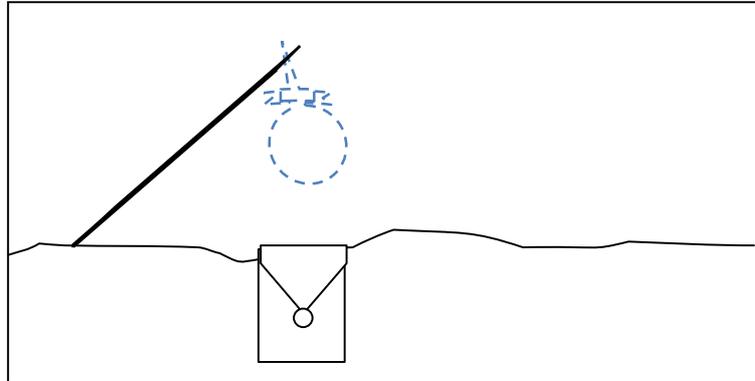
**Figura 3-2: Adaptación de trampas caída o Pitfall adaptadas con botellas plásticas 2 litros.**



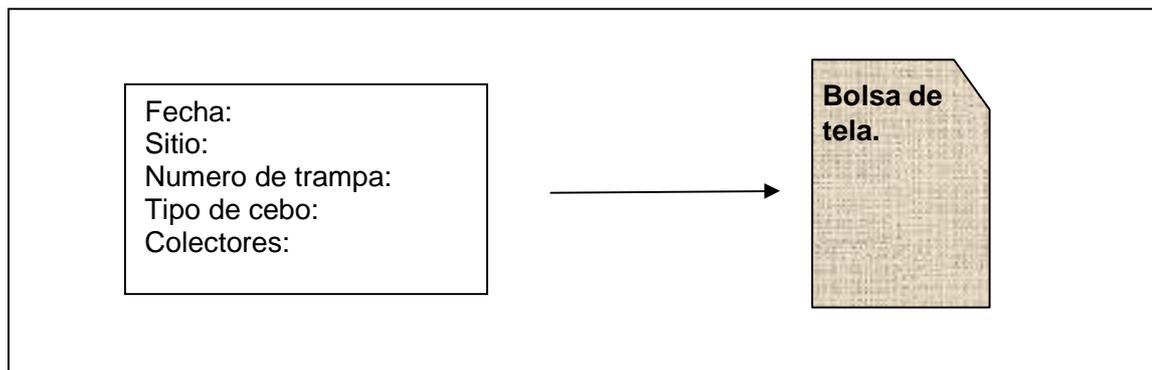
El cebo utilizado será excremento humano, usando 20 gramos o su aproximado en un trozo de gasa o tela, formando una bolsa, la cual luego se sujetara en la parte superior por un trozo de cuerda o alambre (ver figura 3-3). Este colgara de una rama u otro mecanismo que no permita que se pueda caer al suelo, a una altura máxima de 10 cm (ver figura 3-4).

**Figura 3-3: Montaje de cebo (excremento humano) en gasa o tela**



**Figura 3-4: Montaje final de trampa de caída y cebo.**

Las trampas estarán ubicadas durante 48 horas, siendo revisadas cada 24 horas. Al cabo de las 24 horas desde su ubicación, se recolectarán los especímenes atrapados, haciendo énfasis en coleccionar únicamente escarabajos coprófagos, puesto que en las trampas pueden caer otros organismos que fueron atraídos por el cebo. Debido a que los especímenes aun están vivos, es conveniente que el estudiante encargado de la recolección no sea temeroso al contacto de estos insectos. Se depositan en una bolsa de tela de 10 cm x 10 cm, con una etiqueta en papel pergamino de 5 cm x 7 cm donde se registre la fecha de colecta (dd/mm/aa), el sitio de colecta (tipo de bosque y ubicación), número de trampa, (1, 2, 3...), tipo de cebo, colectores (apellidos de quienes colocaron las trampas y los recolectaron luego los escarabajos) (Ver figura 3-5)

**Figura 3-5: Etiqueta en papel pergamino y bolsa para los especímenes en tela.**

Para sacrificar los escarabajos, se depositan las bolsas de tela en un recipiente con tapa de 2 litros de capacidad, con alcohol al 70% (alcohol antiséptico). Este no solo los sacrifica, sino que también permite preservarlos en las mejores condiciones para su posterior utilización en la fase de laboratorio.

4. **Recolección de la información:** en esta fase se determina como se registrarán los datos, descripciones e información relevante para la investigación. Para esta propuesta se proponen las siguientes estrategias:

- I. Descripción de los espacios elegidos y las condiciones ambientales de las zonas de estudio (tabla 3-4)

**Tabla 3-4: Descripción de las zonas de investigación**

Zona	Descripción (lo más detallada posible)	Condiciones ambientales Relevantes.		
		Variable	DÍA 1	DÍA 2.
Zona 1 (Bosque primario)		Temperatura:		
		Humedad:		
		Velocidad del viento:		
Zona 2 (potrero o zona intervenida)		Temperatura:		
		Humedad:		
		Velocidad del viento:		

- II. Registro del número de escarabajos coprófagos recolectados en cada zona de estudio por trampa y por día de muestreo. Al final se coloca el total de capturas de los días de muestreo (Tabla 3-5).
- III. Registro de la actividad y comportamiento de los escarabajos coprófagos en la zona. Se registra en la tabla 3-6 de la forma más detallada, las actividades y comportamiento de los especímenes colectados. Para esto es importante colocar una pequeña cantidad de excremento libre en el suelo, y observar directamente cual es el comportamiento de los escarabajos coprófagos.

**Tabla N° 3-5: Datos de colecta por trampa y por día.**

ZONA	NÚMERO DE TRAMPA	NÚMERO DE ESCARABAJOS RECOLECTADOS.		TOTAL (DÍA 1+DÍA 2)
		DÍA 1	DÍA 2	
ZONA 1 (BOSQUE PRIMARIO)	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
ZONA 2 (POTRERO O ZONA INTERVENIDA)	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

**Tabla 3.6 Descripción del comportamiento y las actividades en campo de los escarabajos coprófagos.**

DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ESCARABAJO COPRÓFAGO SELECCIONADO.	DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO Y LA ACTIVIDAD DEL ESCARABAJO COPRÓFAGO SELECCIONADO.

5. **Organización y análisis de la información:** Después de contar con la información recopilada en las fases anteriores, se inicia el proceso de análisis de esta información. Para esto es conveniente transportar el material biológico colectado a un sitio más cómodo (laboratorio, salón u oficina), en donde se pueda disponer de espacios adecuados con mesas o escritorios, disponer de agua y los materiales recomendados además de protección para el material. Para la presente propuesta se recomienda seguir la metodología propuesta por Celi y Dávalos (2001) que se dividirá en los siguientes pasos:
- a) **Determinación de la abundancia de escarabajos coprófagos:** para determinar la abundancia de escarabajos, se suman los valores obtenidos al contar la cantidad de escarabajos en el día 1 y el día 2 de colecta, por cada trampa. Este valor total hace referencia al número de individuos que se pueden encontrar en cada zona de estudio.
  - b) **Identificación de las especies de escarabajos coprófagos:** para determinar la riqueza de especies –diversidad de especies- de escarabajos coprófagos, se siguen los pasos recomendados por Celi y Dávalos (2001).

Para identificar los escarabajos a nivel de especie se recomienda la utilización de la clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (COLEOPTERA:SCARABAEINAE) de Colombia (Medina 2000). En aquellos casos en donde sea de difícil clasificación, se propone contar con el apoyo de un especialista en Escarabajos coprófagos.

A partir del análisis de estos datos, se pueden determinar índices de abundancia y riqueza, con lo cual es posible comparar valores entre las dos zonas de estudio. Se recomienda la elaboración de graficas para una mejor comprensión de los datos y su análisis, puesto que los integrantes de cada equipo deberán socializar sus resultados antes los demás equipos de trabajo y los docentes facilitadores.

### **3.2.8 Etapa VIII. Presentación de resultados. La reflexión (EEPE)**

Al terminar la recolección de datos y los análisis estadísticos, se deberá organizar la presentación de los resultados obtenidos durante la investigación y el proceso de indagación.

Teniendo en cuenta que el Aprendizaje Basado en Problemas permite la libertad para que los estudiantes planifiquen la metodología más adecuada para socializar los resultados, se recomienda que estos estén organizados como lo plantean Arango *et al.* (2002) en su propuesta, donde se analiza si la pregunta logro ser respondida, además de evaluar la metodología y su pertinencia en la resolución de la pregunta de indagación y la situación problémica y por ultimo analizar la posibilidad de relacionar los resultados en ámbitos más amplios.

En esta propuesta se propone la organización de un Mini-foro, en donde cada equipo de trabajo presente sus resultados. Se recomienda que exista una síntesis de la investigación en forma de Poster, en donde los datos sean expresados con gráficos y tablas.

Este mini-foro contara con la participación de todos los equipos y los docentes involucrados e interesados en la investigación, además de las personas que consideren adecuada su participación.

### 3.3 Evaluación

La evaluación del proceso se concertara con los estudiantes al iniciar la investigación. Para organizar esta evaluación de tal forma que el enfoque evaluativo sea acorde a la propuesta del ABP, se recomienda construir una Matriz de valoración o Rubrica. Esta debe estar preparada teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- I. Revisar detalladamente el contenido o unidad que se va a estudiar.
- II. Establecer con claridad dentro de esa área o unidad un (unos) objetivo(s), desempeño(s), comportamiento (s), competencia(s) o actividad (es) en los que se va a enfocar y determinar cuáles se van a evaluar.
- III. Describir claramente los criterios de desempeño específicos que va a utilizar para llevar a cabo la evaluación de esas áreas y asignar un valor numérico de acuerdo al nivel de ejecución, cada nivel debe tener descrito los comportamientos o ejecuciones esperadas por los estudiantes.
- IV. Diseñar una escala de calidad para calificarlas, establecer los niveles de desempeño que pueden alcanzar los estudiantes.
- V. Revisar lo que se ha plasmado en la matriz para asegurar de que no le falta nada.

El diseño de la rúbrica será de la siguiente forma:

ESCALA DE CLASIFICACIÓN	
ASPECTOS A EVALUAR	CRITERIOS

## Bibliografía

1. ARANGO, N., ELFI-CHAVEZ, M. y FEINSINGER, P. 2002. Guía Metodológica para la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela. National Audubon Society. Nueva York.
2. CELI, J. y DÁVALOS, A. 2001. Manual de Monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. EcoCiencia. Quito.
3. HALLFTER, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetle (COLEÓPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE). Folia Entomológica Mexicana 82. Págs. 195-238.
4. HALFFTER, G. y EDMONDS, W.D. 1982. The Nesting behavior of dung beetles (COLEÓPTERA: SCARABAEINAE). An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología, Distrito Federal. 176p.
5. ISASI-CATALÁ E. 2011. Los Conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en la ecología de la conservación. INVERCIENCIA. Vol. 36 N°1. Pág. 31-38.
6. KAPPELLE, M. 2004. Diccionario de la Biodiversidad. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) & Cooperación Española (AECI). Including 5,739 terms. INBio Press, Santo Domingo de Heredia.
7. KATTAN G., NARANJO L.G. Y ROJAS V. 2008. Especies Focales. En: Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Fundación EcoAndina ; Wildlife Conservation Society, Cali.
8. LAMBECK R.J. 1997. Focal species: Multi-species Umbrella for nature conservation. Conservation Biology. Volumen 11 N°4. Pág. 849-856.
9. MARTIN-PIERA, F. 1997. Escarabajos Sagrados. Boletín N° 20. Sociedad de Entomología Aragonesa. Zaragoza España. Pp. 327-330.
10. MEN (Ministerio de Educación Nacional). 2004. Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.
11. MORALES-BUENO, P. y LANDA-FITZGERALD, V. 2004. Aprendizaje Basado en Problemas. Problem-based Learning. Theoria, Vol. 13: Págs. 145-157.
12. ORTIZ-OCAÑA, A.L. 2009. Pedagogía Problémica: modelo metodológico para el aprendizaje significativo por problemas. Editorial Magisterio. 1ª Edición. Bogotá.
13. SANTOS, T. y TELLERIA, J.L. 2006. Pérdida y fragmentación del Hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Ecosistemas 15 (2). Mayo 2006. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=423> [18.05/2011].
14. VERA-VÉLEZ, L. 2008. La Rúbrica y la lista de cotejo. Departamento de Educación y Ciencias Sociales. Universidad de Puerto Rico. Recinto Ponce.

## A. Anexo A: lectura situación problemática

Artículo tomado de: [www.rel-uita.org](http://www.rel-uita.org)

Disponible en: <http://www.rel-uita.org/old/ambiente/La%20Destruccion%20Amazonia.htm>

### **La destrucción de la Amazonia En 20 años no habrá más bosque**

La cuenca del río Amazonas es una de las regiones más ricas del mundo, rica económicamente y rica biológicamente. Millares de especies animales y vegetales están aún por ser descubiertas, pero pueden llegar a desaparecer antes de que eso suceda. Miles de indígenas viven en esos bosques desde siempre, pero son tratados –y expulsados– como intrusos. El crecimiento de las industrias extractivas, la ausencia de políticas coordinadas, la ambición de lucro inmediato amenazan de extinción a este bosque natural que, además de ser el más grande del mundo, es imprescindible para la humanidad.

Según el World Rainforest Institute (WRI), *“el 80 por ciento de la cobertura forestal original del planeta se ha perdido, está fragmentada o se encuentra degradada”*. En su informe GEO 2000, “Perspectivas del medio ambiente”, para América Latina y el Caribe, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) afirma que *“La mayor parte del bosque remanente está en unos pocos lugares, principalmente en la cuenca amazónica. El valor de estos grandes bloques de bosque natural reside en albergar culturas indígenas, resguardar la biodiversidad global, proveer servicios ambientales globales, fijar carbono, contribuir con el crecimiento local y nacional y satisfacer necesidades recreativas y espirituales (...) La cuenca septentrional del Amazonas y el escudo de Guyana albergan la mayor área de bosque intacto del mundo. De los ocho países del mundo que todavía tienen más de un 70 por ciento de la cobertura forestal original, seis se encuentran en la cuenca amazónica (Brasil, Colombia, Guyana francesa, Guyana, Surinam y Venezuela)”*. Pero sólo entre 1980 y 1990 la región perdió 61 millones de hectáreas de bosques, aproximadamente el 6 por ciento de la superficie total de forestas naturales. La pérdida ha continuado desde entonces y poco falta para que la situación de la Amazonia ingrese en la zona de las catástrofes. Del lado brasileño, esos bosques han perdido casi tres millones de hectáreas por año. La producción maderera de esa zona se multiplicó por seis en los últimos 20 años y, según fuentes gubernamentales, el 80 por ciento de esa explotación es completamente ilegal.

*“La crisis asiática y la desvalorización del Real brasileño frente al dólar estadounidense en casi un 80 por ciento han aumentado la competitividad de la producción brasileña, provocando un incremento de la instalación de empresas extranjeras en el país, que en 1999 dominaron la producción de madera para la exportación: ocho empresas transnacionales son propietarias de 2.400.000 hectáreas de la Amazonia”*, asegura el informe GEO 2000.