

**EL CAMBIO EN EL ESTATUS DE LAS IDEAS SOBRE EL CONCEPTO DE
ADAPTACIÓN VEGETAL, A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
UNIDAD DIDÁCTICA QUE USA EL MUSEO DE CIENCIAS COMO
HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE**

Ishalem Espinal Ramírez

María Noraiba Cartagena Duarte

Víctor Manuel Márquez Valderrama

ASESORA

Natalia Mesa Jiménez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

**LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

MEDELLIN

2010

Victor

*Al colegio Jorge Robledo por su apoyo permanente y como campo de práctica y aprendizaje.
A esmeralda, Marysol y Linmara por su aliento, paciencia, tolerancia y ánimos en el proceso de de culminación
de este trabajo.*

*A Ishem y Noraila, compañeras incondicionales en el proceso de formación que tanto me hizo crecer.
A los demás compañeros de Carrera, amigos y familiares que estuvieron compartiendo momentos de aprendizaje,
compañerismo y celebración o que estuvieron de alguna manera al tanto en este proceso de la carrera.*

Ishalem

*A Dios porque me lo ha dado todo.
A mis compañeros Víctor y Nora por su compromiso y constancia.
A Andrés por el temple que me transmitió durante el proceso de culminación de este trabajo.
A mi familia y compañeros por su apoyo incondicional en los momentos de dificultad.*

Noraila

*A mis padres por su apoyo incondicional.
A Ishalem y Víctor por su entereza, compromiso y amistad.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de este trabajo de investigación, entre ellas agradecemos especialmente a:

La Institución Educativa Javiera Londoño (Medellín) y el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe (Medellín) por facilitar nuestra labor educativa e investigativa.

La corporación educativa Jorge Robledo en persona de su rector Federico García Posada por su apoyo incondicional.

Especialmente a nuestras familias por su apoyo, esfuerzo y ayuda durante nuestra formación.

Nuestros compañeros del seminario de investigación: Ana Graciela Casas, Jhon Fredy Álvarez, Natalia Fajardo y José Alejandro Patiño, por compartir nuestras alegrías, conocimientos y angustias.

Nuestra asesora Natalia Mesa Jiménez por su orientación, apoyo e intervención en nuestro proceso de formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 Museos: Historia y definición.....	14
3.1.1 <i>Museos: un recuento histórico</i>	14
3.1.2 <i>Definición de museos</i>	15
3.1.3 <i>Definición de museología y museografía</i>	16
3.2 Tipología de museos	16
3.2.1 <i>Museos de ciencias</i>	18
3.3 Función educativa de los museos	19
3.3.1 <i>Educación formal, informal y no formal</i>	22
3.3.2 <i>Museos de ciencia y su relación con la educación</i>	23
3.3.3 <i>Los museos como herramienta de aprendizaje</i>	25
3.3.4 <i>Programas museísticos según el grupo de edad</i>	26
3.3.5 <i>Los jardines botánicos como museos de biodiversidad y su relación con la educación</i>	27
3.3.5.1 <i>Museo vivo jardín botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe</i>	29
3.4 Cambio conceptual.....	32
3.4.1 <i>Recuento histórico</i>	32
3.4.2 <i>Teoría de cambio conceptual</i>	36
3.4.2.1 <i>El estatus de las concepciones</i>	38
3.4.2.1.1 <i>Inteligibilidad de una nueva concepción</i>	39
3.4.2.1.2 <i>Plausibilidad inicial con la nueva concepción</i>	39
3.4.2.1.3 <i>Fructibilidad de la nueva concepción</i>	40
4. MARCO METODOLÓGICO	42
4.1 Faces de la investigación	42
4.2 Metodología y tipo de estudio.....	43
4.3 Selección del caso	44
4.4 Técnicas para la recolección de datos	44
4.4.1 <i>La entrevista</i>	45

4.4.1.1 Entrevista inicial	45
4.4.1.2 Entrevista final	46
4.4.2 <i>La unidad didáctica</i>	47
4.4.2.1 Guías para la visita al museo	49
4.5 Construcción de las categorías de análisis	49
4.6 Recolección y sistematización de la información	50
4.7 Validación de los datos	50
5. Análisis de resultados	51
5.1 Análisis de los datos.....	53
6. Conclusiones.....	63
7. Bibliografía	64
8. Anexos	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Concepción de concepto, origen de los conceptos y procesos de cambio, Flórez (2004, p. 264).....	33
Tabla 2: Principales teorías de cambio conceptual desde la perspectiva cognitiva	34
Tabla 3: Principales teorías de cambio conceptual desde la perspectiva epistemológica.....	35
Tabla 4: Categorías de análisis del estatus de las ideas (Thorley, 1990, citado en Hewson 2007, p. 10). (Traducido por Rave & Mesa, 2009).....	41
Tabla 5: Vinculación entre fases de la unidad didáctica y los momentos de la visita al museo	47
Tabla 6: Categorías de análisis del estatus de las ideas en el aprendizaje de las ciencias propuesto por Thorley (1990; citado por Hewson, 2007), modificado para esta investigación.....	52

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro cronograma de actividades de investigación	69
Anexo 2: Entrevista inicial	70
Anexo 3: Transcripción entrevista inicial	72
Anexo 4: Entrevista final	83
Anexo 5: Transcripción entrevista final.....	85
Anexo 6: Unidades didácticas	97
Anexo 7: Las adaptaciones de las plantas. Unidad didáctica	100
Anexo 8: Guía inicial para la visita al Jardín Botánico	132
Anexo 9: Guía final para la visita al Jardín Botánico	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lago, Bosque de la independencia (Medellín). (Reproducción tomada por Víctor Márquez de la exhibición de fotos del Jardín Botánico. 22 de Mayo del 2010).....	30
Figura 2: Portico, Antigua.entrada al Jardín botánico Joaquín Antonio Uribe (Medellín). (Reproducción tomada por Víctor Márquez de la exhibición de fotos del Jardín Botánico. 22 de Mayo del 2010).....	30
Figura 3: Representación de desierto. Jardín botánico Joaquín Antonio Uribe (Medellín). (Foto tomada por Víctor Márquez. 17 de Abril del 2010)	46
Figura 4: Ciclo didáctico	97
Figura 5: Etapas en el proceso de aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996)	99

INTRODUCCIÓN

La institución museística ha evolucionado de forma radical a partir de la segunda mitad del siglo XX, evolución que está representada en la aparición de departamentos educativos en los museos de la década de 1970 (Pastor, 2004).

El creciente interés en la relación entre los museos, la educación y la escuela para la formación en ciencias ha generado, desde las universidades, la formación de profesionales en educación museística, así como la creación de grupos y proyectos de investigación, y en ellos la escuela hace uso de los museos como herramienta de aprendizaje.

En este sentido, la presente investigación tiene que ver con la relación escuela-museo desde una teoría del aprendizaje, que en este caso es la Teoría de Cambio Conceptual, desde los propuestos de Hewson (1981, citado por Soto, 2003) y las tres condiciones que propone este autor para el cambio conceptual o un cambio en el estatus de las ideas, son ellas: inteligibilidad, fructibilidad y plausibilidad. En otras palabras, cómo esta herramienta de aprendizaje en ciencias sirve o podría servir para propiciar un cambio en el estatus de las ideas de los estudiantes.

Por lo anterior, el trabajo que se presenta a continuación busca identificar las modificaciones en el estatus de las ideas en estudiantes de educación secundaria, enmarcado en un proceso de investigación en el que se usa el museo de ciencias Jardín Botánico como una herramienta para el aprendizaje del concepto de adaptación vegetal, utilizando como categorías de análisis estas tres condiciones de cambio en el estatus de las ideas.

Para sustentar el trabajo se desarrolla un marco teórico que consta de tres aspectos: la teoría de cambio conceptual, el uso del museo como herramienta para el aprendizaje y la relación entre la escuela y el museo de ciencias.

Se usa una metodología de tipo cualitativo con estudio de caso, esto permite identificar y analizar el cambio en el estatus de las ideas de los estudiantes de secundaria, por medio del uso de instrumentos como una entrevista inicial, algunas actividades de una unidad didáctica que se centra en el uso del museo vivo “Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe”, y una entrevista final.

El análisis de los datos se encaminó a identificar los fragmentos de las entrevistas inicial y final, y de las guías para la visita al museo (inicial y final), que hacían mención al concepto de adaptación vegetal, a la vinculación del aprendizaje sobre este concepto en el museo, y al cambio en el estatus de las ideas durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Al final del proceso se observa que la estudiante no hace un reemplazo de conceptos sino una ampliación de la información que complementa las explicaciones dadas en sus ideas previas, y mejora las explicaciones de los

conceptos que se le pretenden enseñar.

El uso del museo es una herramienta importante para el aprendizaje de las ciencias, así como fuente de motivación para el mismo, en visitas bien orientadas.

La idea de museo se hace inteligible, plausible y fructífera en tanto la estudiante reconoce y explica qué es un museo vivo, en cuanto éste le aporta situaciones semejantes al mundo real y le es útil para dar explicaciones a problemas reales y adquirir nuevos conocimientos.

1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la historia de los museos, de su surgimiento y posterior evolución, parte de la bibliografía consultada nos ubica en diferentes épocas de este proceso a lo largo de los siglos. La revisión se ha centrado fundamentalmente en documentos que nos sitúan en Occidente, en la Europa de los siglos XVI y XVII. Dos artículos en especial recogen de manera general aspectos de este desarrollo histórico: *Los museos en el mundo* (Varie-Bohan, 1979), *Evolución del concepto de museo* (Hernández, 1992), y *La formación histórica del concepto de museo* (García, 2000).

Los museos están en constante evolución, razón por la cual las clasificaciones que se hacen “nunca son definitivas”. Hay que destacar cómo algunos autores han propuesto diversas tipificaciones. María Pastor (2004), en su investigación, habla de dividir el museo en dos tipos: abiertos y cerrados; Guisasola y Morentin (2007) retoman la propuesta de Janousek para clasificar los museos y centros de ciencias en generaciones según su orientación; así también la clasificación propuesta por Ten (1999), en la cual propone al menos cinco generaciones de museos científico-tecnológicos.

En lo referente a los museos de ciencia, varios artículos coinciden de forma directa y acertada en el propósito de la investigación, y caracterizan de manera apropiada este tipo de museos y su relación con la educación (Pérez, Díaz, Echevarría, Morentin & Cuesta, 1998; Pastor, 2004; Guisasola & Morentin, 2007).

Entre los antecedentes de cambio conceptual, Flóres (2004) hace un análisis del surgimiento y el desarrollo de las diferentes teorías de cambio conceptual, pasando por sus dos vertientes —la epistemológica y la cognitiva, así como de sus principales expositores, con sus diferencias y similitudes.

En la actualidad, son diversos los estudios y teorías relacionados con el aprendizaje de los estudiantes. En este trabajo de investigación se considera importante abordar la teoría del aprendizaje por cambio conceptual de corte epistemológico. Para ello se tuvo en cuenta el artículo de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), en cuyo planteamiento principal se aborda el cambio conceptual con base en las teorías propuestas por los epistemólogos Kuhn y Lakatos. La teoría propuesta por Posner y sus colaboradores es considerada como la base del cambio conceptual, en ella los autores plantean que de igual manera como se pueden evaluar las teorías científicas, según los postulados de Kuhn y Lakatos, en el ámbito del aprendizaje tales postulados también pueden influir en la evaluación de los conceptos que tienen los estudiantes, de lo cual resulta que, en ocasiones, los estudiantes puedan llegar a utilizar conceptos de algunas teorías para explicar otras nuevas.

En cuanto al surgimiento de la teoría de cambio conceptual, durante los diez años posteriores al planteamiento inicial, ha sufrido modificaciones bastante

interesantes. Inicialmente, Posner y cols. (1982), en su teoría de las ideas seminales, abordan cuatro condiciones para lograr el cambio conceptual: insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad. A diferencia de ellos, Hewson (1981, citado por Soto, 2003) plantea el cambio conceptual no como un reemplazo de conceptos, sino como la ganancia o pérdida de estatus de un concepto con respecto a otro, y toma como criterio de evaluación conceptual solo tres de las condiciones propuestas por Posner.

Más adelante, Hewson y Beeth amplían y revisan la teoría e incluyen “el concepto de *captura conceptual*, entendida como el proceso por el cual una persona incorpora una nueva concepción reconciliándola con las ya existentes. La propuesta plantea las bases para desarrollar estrategias instruccionales que puedan ayudar a llevar la teoría al aula de clases” (1995, citados por Mejía, 2006).

Con respecto a los artículos en los que se hace una relación entre las teorías de aprendizaje y el aprendizaje en los museos, se rastrearon títulos que relatan experiencias en el museo con el acompañamiento del profesor y el guía del mismo. Sin embargo, estos artículos, si bien hacen un aporte a lo que significa la relación escuela-museo, no aportan directamente al aprendizaje desde la teoría de cambio conceptual con relación al aprendizaje en los museos. Los autores estudian aspectos como: el uso de cursos para profesores a cargo de los centros de ciencia y museos de ciencia; el aprendizaje de las ciencias en las escuelas (Carvalho, Buzá & Megid, 2009); investigaciones sobre la importancia del uso del museo para la enseñanza de las ciencias (Mestres, 2010); investigaciones sobre la importancia de la planificación de la visita al museo y el diseño de estrategias para aprovechar la visita (Bragança & Lourenço, 1999; Soares & Lopes, 1999; Freitas, 1999; Guisasola, Azcona, Etxaniz, Morentin & Mujika, 2005; Guisasola & Morentin, 2007), e investigaciones que nos hablan de la relación escuela-museo y de la construcción de los saberes escolares desde la perspectiva de los investigadores y mediadores de los museos (Queiróz, Krapas, Valente, David, Damas y Freire, 2002; Stuchi, P. M. de Almeida & Ribas, 2009). En otros artículos se ha encontrado la relación directa de la teoría de aprendizaje por cambio conceptual con el aprendizaje en el museo, pero son los profesores quienes aprenden a usar el museo como un recurso didáctico (Flórez y Moreno, 2009; Rave y Mesa, 2009).

Otros artículos investigan los jardines botánicos como espacios de aprendizaje para las ciencias y la forma en que se deben diseñar las visitas (García, 2005; Mestres, 2010), mientras otros hacen una breve tipología de museos vinculando la enseñanza en los museos con una teoría de aprendizaje, que en este caso es la de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y los modelos conceptuales (Ortiz y Pérez, 2007; Acosta, Torres y Olaya, 2009).

Como se ha podido ver, el uso del museo para el aprendizaje de las ciencias ha cobrado mucha importancia en las últimas décadas, y dado que esta investigación se desarrolla en la Institución Educativa Javiera Londoño (Sevilla), ubicada en una zona altamente influida por la presencia de museos de ciencias como el Museo Universitario de la Universidad de Antioquia, el museo del

Planetario de Medellín Jesús Emilio Ramírez, el Museo de Morfología de la Universidad de Antioquia, el museo interactivo Parque Explora, y el museo vivo Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe. Puede considerarse relevante el hecho que esta institución no tenga hasta el momento estrategias o programas específicos que hagan uso de estos lugares como herramientas de aprendizaje. De aquí que nuestro interés se centre en una investigación que vincule el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes de la institución en los museos, visto a través de los lentes de una teoría de aprendizaje que en este caso es el cambio conceptual.

Teniendo en cuenta la cercanía de la institución educativa a los museos, las posibilidades de aprendizaje en estas instituciones y los planteamientos hechos desde la teoría de cambio conceptual por Hewson (1981, citado por Soto 2003), se formula la siguiente pregunta:

¿Se modifica el estatus de las ideas, en torno al concepto de adaptación vegetal en una estudiante del grado 9º de la Institución Educativa Javiera Londoño, a partir de la implementación de una unidad didáctica que hace uso del museo de ciencias como una herramienta de aprendizaje?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar la modificación en el estatus de las ideas, de una estudiante del grado 9º de la Institución Educativa Javiera Londoño, en torno al concepto de adaptación vegetal a partir de la implementación de una unidad didáctica que hace uso del museo de ciencias como una herramienta de aprendizaje.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar el estatus de las ideas en una estudiante del grado 9º, respecto al concepto de adaptación vegetal a partir de una entrevista inicial.
- Desarrollar una unidad didáctica que haga uso del museo de ciencias como una herramienta de aprendizaje, para el análisis de la modificación del estatus de las ideas en una estudiante respecto al concepto de adaptación vegetal, a partir de una guía diseñada para visitar el museo vivo Jardín Botánico.
- Identificar los cambios dados en el estatus de las ideas en una estudiante respecto al concepto de adaptación vegetal, con la aplicación de una entrevista final y una guía final que hacen parte de una unidad didáctica que emplea el museo de ciencias como una herramienta de aprendizaje.

3. MARCO TEÓRICO

Consideramos que la enseñanza de las ciencias en los contextos formales como escuelas, universidades e institutos técnicos y tecnológicos, presenta problemáticas de diversa índole (conceptual, didáctica, metodológica, entre otras), todas ellas referentes a lo que acontece en las aulas de clase y que permite o no el aprendizaje de los estudiantes (Otero y Jiménez, 1985; Rodríguez y Aparicio, 2004; Martínez y Acevedo, 2005).

Durante las últimas décadas, la enseñanza de las ciencias se ha replanteado, y en ese proceso se han considerado espacios alternativos al aula para la formación de los estudiantes.

En este sentido las investigaciones realizadas en el campo de la educación museística se han intensificado, y se ha reconocido la importancia actual de la educación museística y su relación con la educación formal. Podemos decir que hay un acercamiento significativo entre la escuela y el museo que pretende sacar provecho de los espacios que ambos ofrecen para facilitar el aprendizaje. De hecho, los museos han creado departamentos educativos para todos los públicos, entre ellos los escolares.

Nuestro trabajo de investigación se orienta, en el marco de la teoría de aprendizaje por cambio conceptual, a analizar los posibles cambios en el estatus de las ideas de los estudiantes, y utiliza un museo de ciencias como herramienta de aprendizaje.

Consideramos que es importante hacer uso de una teoría de aprendizaje que nos aporte elementos para evaluar los conocimientos que obtienen los estudiantes al hacer uso de los museos para complementar y aplicar los conceptos estudiados en clase.

Por lo anterior decidimos iniciar este capítulo haciendo un recuento sobre el museo, su historia y definición, para proseguir con la teoría de cambio conceptual, desde los planteamientos de Hewson, que iluminará esta investigación.

3.1 MUSEOS: HISTORIA Y DEFINICIÓN

3.1.1 Museos: Un recuento histórico

El actual término museo es una derivación de la palabra griega museion, que era el nombre de un templo de Atenas dedicado a las musas. En el siglo III, la misma palabra se utilizó para designar un conjunto de edificios construidos por Ptolomeo Filadelfo en su palacio de Alejandría. Se trataba de un complejo que comprendía la famosa biblioteca, un anfiteatro, un observatorio, salas de trabajo y de estudio, un jardín botánico y una colección zoológica.

Varie-Bohan

El origen de los museos en Europa se remonta al siglo XV cuando las colecciones eran reservadas, privadas y servían como un medio para ostentar riqueza y poder. En aquella época, el fin en sí mismo era coleccionar para el deleite de unos pocos.

Según Hernández (1992), de lo anterior surgen dos hechos importantes que marcan el inicio de los museos en el mundo occidental: el coleccionismo y la ilustración. En Europa, dicho coleccionismo alcanza su mayor auge en las monarquías absolutas, tanto en colecciones oficiales como privadas. El segundo hecho que marcó el origen de los museos es la Ilustración, que culminaría con la Revolución Francesa. Hernández (1992) indica que en este momento tuvo lugar la creación, con carácter público, del museo del Louvre (1793), que serviría de modelo a los grandes museos nacionales europeos. Sin embargo, antes de este gran acontecimiento, en 1683 se inauguró el Ashmolean Museum, que dependía de la Universidad de Oxford, y cuya particularidad fue haber sido creado a partir de colecciones privadas de diversa índole: de historia natural, de arqueología y numismática, con la doble función de educar y conservar. Dicho acontecimiento prueba que, además de los dos factores mencionados anteriormente, existía dentro del ambiente cultural de la época la necesidad de crear este tipo de instituciones.

El primer documento público sobre museos data del siglo XVIII, lo incorpora el alemán Neickel, quien en el documento explica con detalle las primeras bases que regían los museos. Estas bases son la clasificación, la ordenación y la conservación. Así, en Europa, especialmente en Holanda y Gran Bretaña, se da el coleccionismo estatal, es allí donde variadas colecciones tienen su acogida, mientras que los primeros museos en Norte América fueron de carácter privado.

En América, a diferencia de Europa, los museos sirvieron para el afianzamiento de los sentimientos históricos y nacionalistas. En 1823 se crearon los museos nacionales de Bogotá y Buenos Aires, y en 1825 ocurrió lo propio con el Museo Nacional de México. Según Lacouture (1994, citado en Linares, 2008), "nacieron de esta manera los museos de identidad nacional con un discurso histórico para fomentar el arraigo de lo propio y el sentimiento nacional".

Aquellas naciones, recién declaradas independientes del imperio español, tuvieron en el resto de las naciones de Europa el modelo que guió la organización pública, las leyes y la economía. Además, según Dujovne (1995 citado en Linares, 2008, p. 4):

Adoptaron instituciones tales como los museos como forma de incorporarse al mundo civilizado, al tiempo que elegían su historia, recortaban el pasado de acuerdo al proyecto de país que querían construir. Los museos de historia fueron un lugar para afirmar esa idea de nación, consagrar la imagen de la propia historia que se había adoptado y celebrarla.

3.1.2 Definición de museos

Las primeras definiciones "oficiales" de *museo* surgen durante el siglo XX, y emanan del Comité Internacional de Museos¹ (ICOM, por sus siglas en inglés). En sus estatutos de 1947, el artículo 3 reconoce la cualidad de museo a "toda institución permanente que conserva y presenta colecciones de objetos de carácter cultural o científico con fines de estudio, de educación y deleite". Esta definición marcará un hito importante en el desarrollo del museo moderno, y será un punto de referencia que tendrá resonancias prácticas en la política museística de los diversos países.

Será a partir de la década de los cincuenta cuando se inicien las primeras renovaciones museográficas que intentarán cambiar la imagen del museo decimonónico.

En 1974, el ICOM vuelve a dar una nueva definición en sus Estatutos. Así, en el título 2, artículo 3, afirma que "un museo es una institución permanente, sin fines lucrativos, al servicio de la sociedad que adquiere, conserva, investiga, comunica y presenta con fines de estudio, educación y deleite, testimonios materiales del hombre y su medio". Las definiciones emanadas del ICOM determinan los ejes teóricos en los que se basa el museo hoy, y sirven de marco general al desarrollo de estas instituciones en otros países (Hernández, 1992).

¹ Organización no gubernamental de carácter internacional, creada en 1946 con sede en París bajo el auspicio de la UNESCO, cuya función es regular lo relacionado con los museos. Estatutos ICOM (International Council of Museums) (2007).

Según Ortiz (2007), esta definición se ve respaldada a su vez en los estatutos de la XVI Asamblea general de La Haya de 1989, que fueron refrendados por la XVIII Asamblea general de Stavanger (Noruega) de 1995, y muestra además que la naturaleza de un "museo" no puede separarse de su contexto sociohistórico y temporal.

3.1.3 Definición de museología y museografía

Ya precisado el concepto de museo, podemos preguntarnos qué es la museología. El mismo ICOM la define como una ciencia aplicada, la ciencia del museo, también define su papel en la sociedad, y los sistemas específicos de búsqueda, conservación, educación y organización, y tiene en cuenta las relaciones con el medio físico y la tipología. En definitiva, la museología se preocupa de la teoría o el funcionamiento del museo. Por el contrario, la museografía estudia su aspecto técnico: instalación de las colecciones, climatología, arquitectura del edificio, aspectos administrativos, etc. Es, ante todo, una actividad técnica y práctica. Podríamos definirla como la infraestructura en la que descansa la museología. En consecuencia, museología y museografía se complementan mutuamente (Hernández, 1992).

3.2 Tipología de museos

Para 1974, de acuerdo con el artículo 4, el ICOM cuenta con una amplia posibilidad de instituciones que se pueden concebir como museos. Estos son:

- a) Los institutos de conservación y las galerías permanentes de exposición dependientes de archivos y bibliotecas.
- b) Los lugares y monumentos naturales, arqueológicos y etnográficos, y los sitios y monumentos históricos que tengan la naturaleza de museo por sus actividades de adquisición, conservación y comunicación.
- c) Las instituciones que presentan especímenes vivos, tales como jardines botánicos y zoológicos, acuarios y viveros.

En 1983 se agregaron a esta lista:

- d) Parques naturales
- e) Centros científicos y planetarios (ICOM, 2007; Red Nacional de Museos, 2010)

Como se ha visto, los museos están en constante evolución, y por este motivo las

María Pastor (2004) habla de una tipología que consiste en dividir los museos en dos clases: por un lado se ubican los centros cerrados, entre los que se encuentran museos de arte, bibliotecas, archivos, videotecas, hemerotecas, etc., y por el otro, los espacios abiertos, entre los que se hallan monumentos, edificios, yacimientos arqueológicos, elementos arquitectónicos, jardines botánicos, parques naturales, objetos ubicados fuera del edificio museístico, esculturas.

Janousek (2000, citado en Guisasola & Morentin, 2007) proporciona una tipología útil y sencilla para clasificar los museos y centros de ciencias según su orientación:

- a) “Museos de primera generación”: representados por los museos tradicionales de ciencia y técnica, que están orientados a la presentación de la ciencia a través de paneles y colecciones de objetos históricos; dichas colecciones o exposiciones se basan en los artefactos experimentales y no presentan un contexto más amplio.
- b) “Museos de segunda generación” o “Museos interactivos de ciencias”: museos de ciencias que se centran preferentemente en analizar y exponer el orden natural del universo, las leyes y los principios fundamentales de la ciencia, etc. No tienen colecciones, y sus módulos suelen ser interactivos y generalmente no necesitan un contexto externo. A esta categoría pertenecen la gran mayoría de los museos de ciencias nacionales e internacionales.
- c) “Siguiete generación de museos”, representados por exposiciones que tienen como objetivo problemas relacionados con interacciones ciencia-tecnología-sociedad-medio ambiente, centrados más en el hoy y el mañana que en el pasado, y que contemplan múltiples puntos de vista. Desarrollan experiencias temáticas que permiten considerar al museo de ciencias como una inversión para valorar recursos a lo largo de la vida, y establecen relaciones con otras instituciones, de forma que puedan combinar recursos para un impacto mayor en la colectividad y servir como plataforma no corporativista para discutir problemas sociales relativos a la ciencia y la tecnología. Una nueva generación de museos y centros de ciencia está naciendo, y se describe este cambio como “un cambio de paradigma”, dirigido a explorar no sólo los fenómenos científicos, sino también los aspectos sociocientíficos contemporáneos.

De otro lado, Ten Ros (s. f.) propone una clasificación de diferentes tipos de museos científico-tecnológicos en cinco generaciones:

- a) Los museos de primera generación: son museos que se centran en coleccionar objetos raros, preciosos u obras maestras de la naturaleza o el hombre, tales como los museos de Historia de la Ciencia de Florencia o Londres.

- b) Los museos de segunda generación: son de carácter tecnológico. Nacieron durante la Revolución Industrial, con una disposición pedagógica dirigida a las clases artesanas. Estos museos tuvieron un gran éxito en el siglo XIX, que se prolongó durante los primeros años del siglo XX con la aparición del Deutsches Museum.
- c) Los museos de tercera generación: son conocidos como centros de ciencia o Science Centers. Su característica fundamental es la de ser centros interactivos en los que el culto al objeto, propio de las dos generaciones anteriores, cede su primacía a las experiencias.
- d) Los museos de cuarta generación: son identificados como parques temáticos de carácter científico; en ellos, tanto la interacción de los visitantes como la arquitectura del museo cambian. Así, los primeros parques temáticos científicos fueron los parques naturales o espacios naturales protegidos que, en el siglo XIX, fueron dotados de precisas indicaciones científicas, recorridos programados, aulas de ayuda y otros recursos pedagógicos. A estos se unieron los parques de tradiciones al aire libre surgidos en los países nórdicos y luego extendidos por el resto del mundo. Su característica más destacada es la unión de información, educación y diversión en un único producto.
- e) Los museos de quinta generación: llamados museos virtuales, en los que el objeto físico concreto, ubicado en un lugar determinado, dejó de ser relevante.

3.2.2 Museos de ciencia

Hasta ahora hemos visto cómo se ha definido el museo, sin embargo, éste ha seguido evolucionando y modificando sus objetivos. Surgen entonces los museos de ciencia, los cuales en un principio, según Guisasola y Morentin (2007), se basaban en la herencia técnica e industrial, que se esforzaba en presentar la ciencia en un contexto industrial concreto y en un entorno y tiempo determinados, en los que los aparatos estaban contextualizados en una parte de la historia y los visitantes se sumergían en un mundo lleno de implicaciones sociales y culturales. Pero aquellos museos contrastan con los actuales, que se dedican particularmente a presentar las leyes y los principios universales y fenómenos científicos de forma que trascienden el tiempo y el contexto, es decir, sólo exhiben ideas y conceptos, no objetos, y el visitante interactúa con los módulos utilizando sus sentidos.

Los museos de ciencia, más que mostrar la ciencia como los primeros museos y demostrarla como los museos que les sucedieron, pretenden comunicarla, para lo cual se valen de todos los medios de que hoy dispone la técnica, basándose de

manera primordial en la interactividad. Esta tendencia da lugar a los llamados museos de ciencia de tercera generación, y en esa categoría se encuentran los llamados centros de ciencia, los cuales parten de la necesidad de contar con lugares donde el público pueda familiarizarse con los detalles de la ciencia y la tecnología.

3.3 Función educativa de los museos

Para María Pastor (2004), la aparición de departamentos educativos en muchos museos se produjo a partir de la década de 1970, con diferentes funciones: primero como un servicio de préstamo de objetos a las escuelas, con el fin de ayudar a los maestros a impartir sus clases; segundo, como un trabajo voluntario del maestro en los museos; tercero, para divulgar el contenido cultural del fondo del museo, adaptándolo a las necesidades y los intereses de los visitantes, y cuarto, como una organización constante de cursillos y conferencias dentro y fuera del museo.

A partir de los años ochenta, se pretende elaborar una relación de las competencias o funciones que deberían asumir los servicios de educación en los museos, de las cuales se plantean: la formación y el constante perfeccionamiento en materia educativa de los miembros de los servicios de educación museística, la necesaria colaboración con otras instituciones educativas y sociales, la necesaria colaboración interna en el seno del propio museo, en una línea de trabajo interdisciplinar y multiprofesional, y, por último, un servicio programado en temas y en amplias actividades didácticas para responder adecuadamente a la demanda del público.

María Pastor (2004) hace un interesante análisis de los programas educativos en los museos y su relación con la escuela, y menciona que las nuevas teorías constructivistas proponen un museo donde el visitante tenga un contacto directo con el objeto expuesto, donde haya una comunicación dirigida a un tipo de público específico, activo y consciente de sí mismo, una comunicación reactiva en doble dirección, con una multiplicidad de métodos, de retroalimentación entre el emisor y el receptor.

En la formulación de dichas teorías se utilizan dos componentes básicos: una teoría sobre el conocimiento y una teoría sobre el aprendizaje; de esta combinación surgen cuatro grandes enfoques o teorías educativas, para cuatro museos diferentes. Veamos:

Enfoque tradicional: creencia de que el conocimiento “existe” independiente del aprendiz. Un proceso pasivo, asimilativo, sumativo, sistemático y lineal de aprendizaje.

Enfoque conductista: difiere con el anterior en la epistemología del conocimiento, pues este enfoque define el conocimiento como algo que no tiene que existir fuera de los aprendices.

Enfoque activo o de descubrimiento: Propone a sus visitantes hacer o “ver” más que escuchar.

El conocimiento como realidad subjetiva: el cual no existe fuera de las personas y grupos concretos, son los aprendices los que construyen su conocimiento mientras aprenden, interactúan con el entorno creando y revisando tanto sus conocimientos como su habilidad para aprender.

Además de lo anterior, el museo constructivista presenta unas características específicas, son ellas: 1) tiene en cuenta las necesidades educativas de los visitantes en la presentación de los contenidos; 2) mediante la interacción con los objetos expuestos el visitante construye su propio conocimiento, por ejemplo, dándole pautas para leer; 3) a través de las exposiciones, el visitante encuentra diversas modalidades y medios para conseguir información como videos, grabaciones, lecturas, etc.; 4) el museo ayuda a que los visitantes establezcan conexiones entre el contenido de las exposiciones y sus propias experiencias y concepciones y, 5) anima al visitante a sacar sus propias conclusiones sobre el significado de las exposiciones.

Una de las características más singulares y fundamentales de estos museos es la experiencia directa del visitante con objetos reales, la cual sirve de base y condiciona la intervención educativa en dichos contextos, de ahí que el objetivo fundamental que llevarían las actividades educativas, tienda a desarrollar las capacidades sensorias perceptivas, unidas a las capacidades de reflexión y de juicio, basadas en conocimientos y competencias previas del niño.

En la interpretación del objeto, Pastor (2004) plantea algunas fases tales como:

Fase 1. Exploración sensorial: todo lo del objeto que tenga que ver con los sentidos (tamaño, escala, materiales, colores, olor, sabor, textura, etc.).

Fase 2. Otras informaciones: buscar otras informaciones que tengan relación con el objeto, en otras personas, objetos, lugares, libros, etc.

Fase 3. Análisis y discusión: sobre el uso que se le puede dar (al objeto), materiales utilizados, diseño, elaboración, etc.

Fase 4. Recordar, comparar, relacionar y sintetizar: ¿Qué conozco que se le parezca o que tenga la misma función?

La misma autora propone los pasos para el diseño de programas educativos. En primer lugar, la fijación de los objetivos, en función de los fondos, recursos y espacios con que se cuenta. Es necesario tener presente la evaluación de las

necesidades formativas de los visitantes destinatarios del programa, de acuerdo con sus características, demandas y expectativas. Los objetivos deben estar orientados al desarrollo de las capacidades cognitivas de los visitantes, más que a la asimilación de conocimientos de forma puramente lineal, receptiva y pasiva.

En segundo lugar, a partir de los objetivos fijados se establecen contenidos para aprovechar al máximo las posibilidades del trabajo interdisciplinar que ofrecen los museos; se recomienda la elección de temáticas concretas y la diversificación de contenidos, dando cabida a elementos menos académicos y más lúdicos. Finalmente, respecto a su orientación, se puede plantear una orientación sincrónica u horizontal de los contenidos, más apropiada para público infantil, o bien una orientación diacrónica o vertical para públicos de mayor edad, jóvenes o adultos.

Por último, todo este bagaje de objetivos y contenidos se plasma en un conjunto de actividades tanto expresivas como comprensivas.

Otros autores (Bragança y Lourenço, 1999; Guisasola et al., 2005 y 2007) sugieren visitas al museo teniendo en cuenta por lo menos tres diferentes tiempos, para el diseño de los materiales didácticos que serían usados en ellas.

Bragança y Lourenço (1999) sugieren hacer primero una visita al museo, para luego escoger los objetivos, una vez se han escogido los objetivos deben prepararse un período de pre-visita, en el que se les habla a los estudiantes del museo y los objetivos de la visita, luego viene la visita, en la que los materiales deben permitir que los estudiantes respondan preguntas pero que puedan avanzar por el museo libremente, y un período postvisita en el que se evaluarán los aprendizajes obtenidos.

Guisasola et al. (2007) proponen actividades para realizar relacionadas con la visita al museo, para lo cual sugieren hacer una unidad didáctica como puente entre la escuela y el museo, integrada por tres tiempos: antes, durante y después de la visita. Las actividades pre y post visita se basan más en el análisis y la discusión, mientras que las actividades en el museo tratan de proporcionar a los estudiantes la oportunidad de experimentar, interactuar y buscar información.

Las unidades didácticas han sido usadas por la educación formal para la enseñanza de las ciencias, y pueden diseñarse para ser usadas en la enseñanza de las ciencias en espacios como los museos, de manera que los tres momentos propuestos por Brança y Lurenço (1999) coincidan con las cuatro fases que marcan las unidades didácticas propuestas por Jorba y Sanmartí (1996): exploración, introducción, estructuración y aplicación. De ahí que en este trabajo de investigación se diseñe una unidad didáctica que hace uso de un museo de ciencia, como el Jardín Botánico, para la enseñanza de un concepto científico, en este caso la *adaptación vegetal*.

3.3.1 Educación formal, informal y no formal

Para caracterizar la educación en los museos, y especialmente en los centros de ciencia y tecnología, es preciso definir y diferenciar estos tres conceptos, sin embargo, en esta investigación nos vamos a enfocar en la educación no formal, porque este estudio se centra en el uso del museo como herramienta de aprendizaje.

Pastor (2004) se refiere al concepto de educación informal como un proceso a lo largo de toda la vida en el que los individuos adquieren actitudes, valores, conocimientos y habilidades a partir de la experiencia cotidiana. La misma autora define la educación formal como la que está integrada en los sistemas educativos legalmente establecidos en cada país.

En la literatura acerca del tema se habla del museo como una fuente de educación no formal, definida como “cualquier actividad educativa organizada fuera del sistema formal establecido, que se dirige a unos destinatarios identificables y tiene unos objetivos de aprendizaje definidos” (Pastor, 2004). Pero el museo también se considera una importante fuente de aprendizaje informal, porque los visitantes amplían, enriquecen y complementan en ambientes diferentes a la escuela la información adquirida, en este sentido, su finalidad es acercar la ciencia a los visitantes por medio de experiencias interactivas. Por eso los centros de ciencia proporcionan a la vez entretenimiento y educación, en otras palabras, experiencia placentera y útil.

Es evidente que los museos de ciencia o los centros de ciencia tienen unos objetivos de aprendizaje definidos de acuerdo con el público al cual va dirigida la educación en sus planes: estudiantes, niños o adultos. Por ello es importante destacar la caracterización que hacen Pérez et al. (1999) sobre la educación no formal, cuando se refieren a la planeación educativa en el ámbito museístico, las autoras afirman que se debe incluir este ámbito en la educación no formal, partiendo de las preguntas: ¿Es posible la planeación educativa en la educación no formal?, y ¿es posible hablar de una política educativa no formal? La conclusión a la que llegan es positiva, aunque los procedimientos y medios son diferentes a los utilizados en el sector formal, dadas las características de la educación no formal.

A partir de lo anterior, las autoras plantean una serie de progresivos niveles de caracterización:

- La voluntariedad
- La no dependencia de las autoridades educativas en cuanto a legislación y organización
- El hecho de ir dirigida a toda la población en general

De ellos se derivan otros tres rasgos esenciales: La autonomía, la diversidad

de destinatarios y el hecho de estar estrechamente vinculada a las demandas educativas emergentes en una sociedad en constante cambio.

En este sentido, la educación no formal en los museos es una valiosa herramienta para la educación escolar, que permite complementar los conocimientos teóricos que se imparten en las aulas, oxigena el aprendizaje gracias al contacto que los estudiantes tienen con los módulos interactivos, y en general por todas las posibilidades que se presentan en los museos.

Las experiencias interactivas vividas en los museos pueden dejar huellas en los jóvenes, lo aprendido se manifestará más adelante, quizás al madurar su mente, para entender en lo inmediato o estudiar cosas nuevas, no sólo en la educación superior sino en sus prácticas cotidianas.

3.3.2 Museos de ciencia y su relación con la educación

La relación histórica entre los museos de ciencias y la educación tiene sus simientes en el momento en que éstos aparecieron en su forma primigenia en el siglo XIX, denominados “museos de historia natural”, en los cuales eran guardadas con celo las grandes colecciones de vegetales, animales y minerales que reposaban en las cortes europeas provenientes en su mayoría de las expediciones al Nuevo Mundo, y solo se permitía verlas y estudiarlas a eruditos y viajeros.

No fue sino desde finales del siglo XIX y principios del XX que los museos de historia natural abrieron sus puertas al público en general, supeditando su acción educativa al hecho de permitirles a los visitantes ver y conocer las evidencias de la ciencia, con la pretensión de que aprendieran, se ilustraran y entretuvieran.

Así mismo, las acciones posteriores a los inicios del siglo XIX, promovidas por la Internacional Museum Office en respuesta a las múltiples críticas dirigidas a los museos, considerados por el público como “almacenes de objetos”, propiciaron la necesidad de definir los objetivos del museo y sus funciones en la sociedad, como un espacio para que los hombres tomen consciencia de su patrimonio, lo comprendan, utilicen y enriquezcan. De esta manera, se promueve la divulgación del museo mediante estrategias educativas y didácticas al público en general, como su razón de ser y su principal propósito.

De este modo se llegó a la idea actual de museo de ciencia, en el cual las leyes, los fenómenos físicos y los métodos científicos tratan de ser expuestos mediante elementos interactivos, con el propósito de que los visitantes aprendan conceptos de ciencia y los vinculen mediante múltiples experiencias a la comprensión de los hechos de su vida cotidiana. Así lo expresan Guisasola y Morentin (2007): “los actuales museos de ciencia, en contraste, están

particularmente dedicados a presentar las leyes y principios universales y los fenómenos científicos de forma que trascienden el tiempo y el contexto, es decir, se exhiben ideas y conceptos, no objetos”. Al respecto, Bragança y Lourenço (1999) dicen:

los museos de ciencia y tecnología, sirven para que los visitantes después de la visita, vean el mundo de una manera diferente, vean cosas que nunca vieron y, eventualmente, hagan cosas que nunca hicieron porque creían que no eran capaces². Éste es el ámbito de los museos, y centros de ciencia, la remoción de eventuales bloqueos “anti-científicos” y el estímulo de las actitudes y de los procesos de la ciencia, en particular, la curiosidad y el espíritu crítico (p. 4).

En la actualidad, dada la caracterización de los museos de ciencias, en lo referente al tipo de actividades educativas que los visitantes pueden desarrollar en él y la forma como se estructuran y llevan a cabo, se puede afirmar que parten de ser voluntarias, y suceden fuera de un contexto escolar; en ellas, las ideas no siguen necesariamente una secuencia, el aprendizaje puede ser fragmentado, no estructurado y no ser sometido a evaluación, y se da principalmente de forma colectiva. Además, al ser clasificados como espacios de educación no formal, los museos diferencian su oferta educativa entre dos públicos principales: adultos en general y escolares.

Para lo anterior, según Guisasola y Morentin (2007), los museos de ciencia comparten finalidades en su relación con la oferta para estos dos públicos:

Promover la cultura científica y técnica de los visitantes, dando a conocer sus consecuencias sociales, culturales, económicas y ambientales³. Comunicar las ciencias de una forma integrada y global. Despertar inquietudes hacia la ciencia y la técnica, especialmente en los escolares y crear un ambiente propicio para la experimentación y la interacción social (p. 404).

A partir de la década de los noventa, por el reconocimiento de las instituciones educativas de la necesidad de incorporar experiencias de tipo no formal en espacios formales de aprendizaje, principalmente en la enseñanza de las ciencias naturales, se han venido integrando las múltiples experiencias interactivas que ofrecen los museos de ciencia en los currículos y planes de estudio de esta área, a partir de la comunicación y coordinación entre los centros pedagógicos de los museos, orientados por profesionales de cada área temática ofrecida, y los profesores de ciencia, en un esfuerzo por aprovechar el potencial que los museos de ciencia tienen para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida real, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc.. De esta relación escuela-museo de ciencia, resulta la asociación perfecta para promover en los estudiantes la comprensión de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad en que están inmersos.

² Cosas simples como cambiar un toma eléctrico.

³ Alfabetización científica

Según Soares y Lopes (1999, p. 7):

El museo se transforma en un lugar didáctico por excelencia, un instrumento pedagógico puesto a disposición de los profesores: crea y organiza exposiciones, espacios educativos, oficinas de trabajo, conferencias, cursos de actualización, una verdadera lección de oferta. Completando la teoría con la práctica, las actividades lúdicas se encuentran cada vez más en consonancia con los programas escolares, reduciendo muchas veces las lagunas existentes. No debemos, con todo, caer en el error de considerar estas dos entidades como pudiendo substituirse la una a la otra en el campo del aprendizaje. [...]. El museo puede y debe asumirse como un complemento educativo y, siempre que sea posible, ofrecer todo un conjunto de actividades que no pueden ser concretizadas en la escuela, debido a la escasez de medios económicos y financieros, llenando al encuentro de las nuevas corrientes pedagógicas aliadas a las reformas curriculares.

3.3.3 Los museos como herramienta de aprendizaje

Según Ochoa (2010, p. 2),

Las herramientas de aprendizaje son aquellos medios que permiten llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Dependiendo de los objetivos y metodología de cada programa formativo entrarán en juego unas u otras herramientas, poniendo a disposición del alumnado una amplia batería de instrumentos que permitan el óptimo desarrollo de un proceso de aprendizaje

Para él hay tres tipos de herramientas: las didácticas, las de evaluación y las de gestión docente. Entre las herramientas didácticas se pueden encontrar los foros, blogs, videoconferencias, talleres, mensajería electrónica, contenidos digitales y adicionales.

Las herramientas de evaluación consisten básicamente en actividades como las tareas, cuestionarios y lecciones, en estas actividades se permite valorizar el aprendizaje del alumnado sobre los contenidos de una acción formativa.

Por último, encontramos las herramientas de gestión docente, cuya finalidad es la actualización y notificación de las actividades y fechas importantes para los cursos, y por ello se concentran en tres aspectos: el calendario virtual, el tablón de anuncios y el envío de mensajes.

En nuestro caso, el museo de ciencias es tomado como una herramienta de aprendizaje, en el sentido que permite trabajar competencias de manera práctica con actividades focalizadas, tales como debates guiados, habilidades técnicas, dinámicas de grupo y trabajo individual.

3.3.4 Programas museísticos según el grupo de edad

En el diseño de programas dirigidos a los adolescentes, existen algunas dificultades relevantes para la estructuración de la oferta, entre ellas las características psicológicas de la etapa, en la que el rechazo a cualquier elemento establecido de la vida adulta es la principal.

Así mismo, los programas para adolescentes son una versión de los programas para niños, desligados de la parte lúdica, interactiva y participativa. Por eso la planeación de programas para adolescentes debe considerar, entre otros aspectos: hacerles partícipes de la planificación de los programas para favorecer su implicación personal; profundizar en las temáticas o exposiciones que han llamado su interés; brindarles claridad en los objetivos del programa y los beneficios para ellos y su comunidad; consolidar grupos de trabajo y procurar su sostenimiento en futuras actividades, finalmente, el docente debe asumir un papel de animador y orientador para que no sea percibido como un docente más.

La oferta educativa también debe estar en función del contexto en que se hallan los destinatarios, para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones, de acuerdo al tipo de visitantes, sean grupos escolares o niños y adolescentes fuera del contexto escolar:

Respecto a un grupo organizado (escolar-asociación de tiempo libre): establecer conexión entre los docentes y los educadores del museo, contar con el calendario y el horario de los programas educativos, y tener en cuenta las temáticas que estén abordando los escolares.

Acerca de los niños y adolescentes fuera del contexto escolar: evitar contenidos demasiado escolares, y disponer de espacio para que dejen sus objetos personales y realicen talleres, investigaciones y dramatizaciones.

Una vez vista la relación existente entre museos y escuelas y la función educativa de los centros de ciencia, puede verse la importancia de las visitas escolares y el papel que cumplen el educador del museo, los guías o el personal de apoyo de los museos, entre otros.

El papel de las visitas escolares es fundamental dentro de la pedagogía museística, ya que su preparación influye en los conocimientos y en las actitudes. Las investigaciones en este campo indican que las lecciones previas favorecen el aprendizaje y logran una motivación interna que da lugar a aprendizajes más duraderos.

Las características de los módulos también cumplen un papel dentro de los museos, ya que no todos los módulos atraen por igual a los visitantes, en ellos influye el estilo de la exhibición (interactividad), de donde se concluye que “cada estilo de presentación tiene un papel que jugar en la educación” (Pérez et al.,

1998).

En la pedagogía museística encontramos también algunos factores estudiados en los centros de ciencia que cumplen papeles muy importantes, estos factores son:

Las estrategias de comunicación: el uso que un visitante hace de una exposición se influye por los textos y las imágenes o ilustraciones que acompañan los módulos. Una clara señalización direccional y textos introductorios a la entrada de la exposición ayudan a la orientación geográfica y psicológica, los títulos grandes y definidos orientan conceptualmente, y las instrucciones sencillas y claras para manipular el módulo constituyen un requisito esencial para la orientación intelectual.

Relación con los currículos: los museos son considerados un recurso importante de aprendizaje en ciencias, en el área cognitiva, afectiva y psicomotora, sectores que se corresponden con las capacidades trabajadas en los currículos escolares. El tratamiento de los contenidos mediante módulos interactivos es, en la mayor parte de los casos, tan atractivo para niños y jóvenes que les estimula a un mayor aprendizaje dentro y fuera de la escuela. Al mismo tiempo el centro interactivo constituye un apoyo para el profesorado.

3.3.5 Los jardines botánicos como museos de biodiversidad y su relación con la educación

En el ejercicio de justificar la categorización de los jardines botánicos como museos de biodiversidad, se hace necesario remontarnos a la Italia renacentista del siglo XIV, donde se originaron como huertos de plantas medicinales adjuntos a las facultades de medicina, y que posteriormente se transformaron en centros de estudio de la diversidad vegetal, con lo cual influyeron en los procesos de clasificación botánica que, a la postre, se convirtió en el núcleo de la investigación de Linneo, quien ideó el método sexual de clasificación de la plantas y el sistema binominal. Sumado a esto, las grandes importaciones de material vegetal vivo que realizaban los países colonizadores como España, Holanda y Gran Bretaña de territorios como América, África e India, amplió la visión de la diversidad natural en el mundo y estimuló la creación de jardines botánicos en estos países, con el objeto de mostrar la gran variedad de plantas exóticas y cultivar aquellas con interés comercial.

A partir de 1974, la conceptualización de museo dada por el ICOM contempla en su artículo cuatro los jardines botánicos como museos. En palabras de Fontúrbel, Richard y García (2006, p. 55) los jardines botánicos se definen como “instituciones sin fines de lucro, de carácter público o privado, que reúnen muestras vegetales vivas de una o más regiones biogeográficas de un país, una

región o del mundo”. Estas instituciones enfatizan en la conservación de la flora en peligro de extinción, mediante la promoción de investigaciones sistemáticas sobre la misma, y desarrollan una labor educativa orientada a generar un cambio de actitud en el público sobre el valor de la conservación.

Así mismo, la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB)⁴, define algunas de las funciones de los jardines botánicos:

- Funciones educativas y culturales que alcancen niveles superiores a los de la mera visita del jardín y de sus colecciones, tales como guías, etiquetado y señalización de las colecciones, existencia y gestión de un patrimonio artístico, documental o histórico, publicaciones, programas educativos, actividades culturales, etc.
- Funciones científicas con o sin compromiso con la conservación vegetal.
- Existencia y gestión de colecciones de plantas visitables con carácter público, instaladas de manera científicamente ordenada y con un diseño o estructura de jardín.

Como los jardines botánicos, en cumplimiento de lo anterior, se configuran como espacios abiertos visitados por todo tipo de público, desde niños hasta ancianos, y debido a la prioridad de su función educativa en la perspectiva de generar cambios actitudinales frente a la conservación y la biodiversidad de la flora y de la biota, deben generar líneas de investigación no solo de carácter botánico sino también educativo, ofreciendo dentro de sus posibilidades convenios (con universidades e instituciones educativas) así como de tipo informal, con planes dirigidos al público en general, que apunten a un cambio actitudinal y a la formación en valores del visitante, respecto del tema expuesto (Fontúrbel et al., 2006).

Así mismo, las visitas a los jardines botánicos podrían incorporarse, igual que sucede con los demás museos de ciencia, en el currículo y los planes de estudio de las instituciones educativas, como espacio de práctica y contrastación de los objetos de conocimiento abordados en el aula, como también con el propósito de ir creando en los estudiantes “una cultura de visita periódica” (Fontúrbel et al, 2006, p. 57).

Por último, Fontúrbel concibe que los jardines botánicos deben preparar y presentar sus exposiciones de acuerdo a la demanda de público que los visite, a saber:

⁴ La Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB) tiene como fin la colaboración entre los Jardines Botánicos miembros, promoviendo y coordinando proyectos comunes de actuación e impulsando el intercambio de conocimientos, experiencias, documentación y material vegetal. Fue constituida en 1985 por distintas instituciones españolas y portuguesas relacionadas con las finalidades y objetivos de un jardín botánico. Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (2008).

- Público infantil: se debe considerar, a fin de que el recorrido sea agradable (regularmente lo hacen acompañados de sus padres), poner en los carteles los nombres comunes de las plantas y ofrecer espacios interactivos y recreativos donde se vinculen juego y aprendizaje.
- Público joven y adulto: para efectos de sus demandas de conocimiento y esparcimiento, el jardín debe ofrecer información clara y pedagógica en fichas y folletos, a la vez que disponer de guías para dirigir el recorrido.
- Público especializado: regularmente biólogos y botánicos que demandan información más detallada como: nombres científicos, criterios de distribución geográfica, grado de endemismo de las plantas, importancia económica y cultural, etc.

3.3.5.1 Museo vivo Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe

Según García (1999), el inicio del Jardín Botánico de Medellín se remonta a finales del siglo XIX, cuando sus predios eran utilizados con fines recreativos. Allí se encontraban *los baños del Edén*, donde los habitantes de Medellín asistían para recrearse. Los baños del Edén ofrecían un espacio propicio para el sano esparcimiento, y permitían a sus visitantes disfrutar de las comidas típicas de la región y comidas populares, eran algo similar a los estaderos conocidos del siglo XXI. A medida que Medellín crecía se extendió la ruta del tranvía hasta Bermejál, se fueron creando nuevos lugares a los cuales el público asistía con mayor agrado, y los baños del Edén comenzaron a decaer.

Luego dichos predios, propiedad de las señoritas Arango, fueron adquiridos por la Sociedad de Mejoras Públicas, con plata donada por el gobierno de Carlos E. Restrepo, para la celebración del primer centenario de la independencia de Antioquia, de ahí que pasaran a denominarse *Bosque de la Independencia*, Se hicieron los arreglos y las inversiones necesarias para convertir aquel terreno en un verdadero bosque. El Bosque de la Independencia pasó a ser un lugar recreativo, allí tuvo lugar el primer hipódromo de la ciudad, una pista de patinaje, un vivero, canchas de tenis, juegos infantiles, etc.



Figura 1: Lago, Bosque de la independencia (Medellín). (Reproducción tomada por Víctor Márquez de la exhibición de fotos del Jardín Botánico. 22 de Mayo del 2010)

El sitio se mantuvo durante cincuenta años, el Bosque de la Independencia comenzó a decaer, dejó de ser el destino preferido de los medellinenses, mientras en sus alrededores crecieron las zonas de tolerancia.

En 1968, la señora Elena Baraya, presidenta de la Sociedad Colombiana de Orquideología, después de un viaje realizado a Australia, llega con la noticia de que Medellín, y más específicamente El bosque, sería la sede de la VII conferencia mundial de orquideología. Fue así que, en 1972, los predios toman otro rumbo, y el bosque, ya con otra cara, reabre sus puertas con el nombre de Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe.

En 1979, el Jardín Botánico de Medellín fue declarado Pabellón de Flora y fue reconocido como parque nacional. En la actualidad, el Jardín Botánico ofrece servicios como educación y recreación, conservación, investigación, prensa, eventos y banquetes:



Figura 2: Pórtico, Antigua entrada al Jardín botánico Joaquín Antonio Uribe

(Medellín). (Reproducción tomada por Víctor Márquez de la exhibición de fotos del Jardín Botánico. 22 de Mayo del 2010)

Educación y recreación: dentro de estos servicios encontramos, en primer lugar, los recorridos libres, en los que los visitantes pueden hacer recorridos libres y disponen del tiempo que ellos mismos consideren necesario.

En segundo lugar, se encuentran las visitas guiadas, en ellas las personas encargadas del Jardín prestarán el servicio de guía, de acuerdo a la actividad que se desee desarrollar dentro del Jardín.

El Jardín cuenta además con la Biblioteca Andrés Posada Arango, que sirve de apoyo a la población que desee visitarlo, cuenta con una amplia colección especializada en botánica, y se encuentra inscrita a una red de bibliotecas.

Conservación: entre los servicios de conservación están la producción masiva y la venta de material vegetal en diferentes tamaños y presentaciones; la asesoría y producción de abonos orgánicos; la recolección de semillas e identificación de fuentes semilleras; el establecimiento y mantenimiento de jardines y zonas verdes; el inventario de flora urbana; los trabajos de poda, trasplante y tala de árboles, arbustos y palmas de gran tamaño; la formulación de planes de manejo del componente arbóreo en urbanizaciones e instituciones; el diseño y la ejecución de planes de reforestación y paisajismo; el diseño y establecimiento de jardines para zonas de juegos infantiles y parques; la formulación y el diseño de planes de manejo ecoturístico en áreas de reserva, y la capacitación en labores de viveros y cursos de jardinería y horticultura.

Investigación: El Jardín cuenta con un equipo de profesionales preparado para atender a organizaciones públicas y privadas. Aquí los servicios que se prestan son la identificación taxonómica de material vegetal, los inventarios florísticos, y las caracterizaciones florísticas en estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental; los estudios etnobotánicos; estudios en biodiversidad y dinámicas de ecosistemas mediante el establecimiento de parcelas permanentes para monitoreo a largo plazo; también hay programas de conservación de especies en peligro de extinción; evaluación y caracterización de productos vegetales no maderables; programas sobre el uso y el aprovechamiento sostenible de productos vegetales no maderables, el estudio de semillas de especies nativas y el fomento de sistemas agroforestales.

Prensa: Tanto las instalaciones como el equipo humano del Jardín Botánico están dispuestos a atender a los medios de comunicación, y prestan sus instalaciones aunque el tema que se trate no sea sobre la misma institución.

Eventos y banquetes: Las instalaciones también se prestan para eventos sociales como: quinceañeras, matrimonios, conferencias, festivales, clases, congresos, reuniones empresariales, etc.

3.4 Cambio conceptual

3.4.1 Recuento histórico

En términos generales, las propuestas de cambio conceptual que se inscriben dentro del campo de la educación científica se han formulado atendiendo a consideraciones históricas y filosóficas sobre la ciencia y el conocimiento científico.

Algunos autores identifican a Posner y su grupo de investigación como los autores seminales o pioneros que dan cuenta de los fundamentos teóricos del cambio conceptual (Soto, 2003). El hecho de considerar a Posner como el pionero en la formulación de la Teoría de Cambio Conceptual (TCC), radica en que la teoría está formulada para dar una explicación más razonable de cómo las ideas de un estudiante pueden interactuar con otras ideas, nuevas e incompatibles. Sin embargo, esta teoría tiene sus simientes en los planteamientos de Jean Piaget, y en el movimiento de concepciones alternativas que surgen como crítica a la aplicación de las ideas de Piaget.

Según Flórez (2004), la concepción de Posner sobre cambio conceptual se basa fundamentalmente en dos vertientes claramente definidas: la primera de ellas procede del análisis filosófico de la historia de las ciencias, planteado por Kuhn y Lakatos, quienes conciben el desarrollo conceptual de las teorías científicas como una revolución científica o cambio radical que requiere ciertas condiciones, y que más tarde usarán Strike y Posner. La segunda proviene del análisis de significados de los términos que tienen implicaciones en la transformación de la “ecología conceptual”⁵ del sujeto.

Existen dos grandes perspectivas sobre las que se agrupan todos los enfoques del cambio conceptual, las cuales obedecen a los orígenes que tengan los enfoques. Estas dos perspectivas son la epistemológica⁶ (E) y la cognitiva⁷ (C).

La tabla 1 da cuenta de manera resumida de estas dos perspectivas, teniendo en consideración también que los diversos enfoques suelen tomar posición sobre el cambio conceptual como un reemplazo de conceptos (R) o como un sistema conceptual complejo (SC), de lo cual se obtienen teorías que:

Partiendo de una aproximación epistemológica se centren en el reemplazo (E-R) o bien que adopten esa idea del reemplazo desde una posición cognitiva (C-R). Por otro lado se encontrarán teorías que prefieran interpretar el cambio

⁵ Estructura conceptual interrelacionada donde entran en juego el conocimiento previo, los compromisos epistemológicos, las creencias.

⁶ Sus orígenes se encuentran en la filosofía de las ciencias.

⁷ Basada en la psicología cognitiva o de las ciencias cognitivas.

como un sistema complejo y que también pueden tener origen en la epistemología (E-SC) o en la cognición (C-SC). (Flórez, 2004, p. 257).

Origen de la representación e idea de concepto en las teorías de cambio conceptual:				
	Teorías E-R	Teorías E-SC	Teorías C-R	Teorías C-CS
Concepción de concepto:	Entidad unitaria cuyo significado depende de la teoría o sistema de interpretación al que pertenece.	Entidad dinámica que evoluciona en función del contexto y de nuevas relaciones.	Entidad unitaria definida externamente.	Entidad compleja constituida cuyo significado depende de un esquema cognitivo básico.
Origen de la conceptualización:	Elaborado por los sujetos en función de estructuras y procesos cognitivos.	Elaborado por los sujetos en función de estructuras y procesos cognitivos.	Dada al sujeto (por el entorno o por otros sujetos).	Determinado por las condiciones cognitivas innatas del sujeto, en su aspecto más básico o de manera externa.
Interpretación del cambio conceptual:	Reemplazo de conceptos, proceso complejo y progresivo.	Proceso de construcción de nuevos conceptos y/o evolutivo de conceptos, proceso complejo y de largo plazo.	Reemplazo de conceptos, proceso simple y abrupto.	Síntesis e integración de conceptos, proceso complejo y progresivo.

Tabla 1: Concepción de concepto, origen de los conceptos y procesos de cambio (Flórez, 2004, p. 264)

En las tablas 2 y 3 se retoman las diferentes teorías, corrientes, enfoques o posiciones del cambio conceptual, recogidas por Flóres (2004). Las posiciones se enmarcan fundamentalmente en las dos perspectivas ya mencionadas — epistemológica y cognitiva—, y en su origen de representación de concepto como de reemplazo o como sistema conceptual complejo.

Teorías de Cambio Conceptual			
Cognitivas			
C-R		C-SC	
ANÁLISIS HISTÓRICO-COGNITIVO	CATEGORÍAS ONTOLÓGICAS DE CHI	VOSNIADOU	POSO
<p>El concepto es visto como un elemento unitario con significado, reubicable y sustituible. Combina la práctica científica con las herramientas y teorías de las ciencias cognitivas. Propone dos tipos de procesos en los que intervienen diferentes tipos de representaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cinemática del cambio conceptual: describe la forma en la que se da el cambio, así se dan conceptos creados, conceptos que desaparecen, conceptos descendientes y absorbidos. - Dinámica del cambio conceptual: constituido por procesos cognitivos creativos y de razonamiento analógico, razonamiento imaginativo, experimentos pensados y análisis de casos. 	<p>Los sujetos clasifican los conceptos dentro de tres categorías: materia, eventos y abstracciones. El cambio conceptual es un proceso no problemático de reasignación o cambio donde no todo cambio es un cambio conceptual. Las faltas conceptuales se dan por una mala asignación de los conceptos en las categorías y se corrigen proporcionando las categorías adecuadas. El concepto se toma como un elemento unitario con significado, reubicable y sustituible</p>	<p>Los niños construyen teorías para explicar fenómenos cotidianos. El cambio conceptual es gradual y contextualizado llamado significado sintético que se contradice con los preconceptos, lo que lleva a la construcción de un modelo sintético que reemplaza al original y que sigue transformándose. El concepto es una entidad unitaria dotada de significado; y el cambio es la construcción de entidades que relacionen conceptos como significado sintético.</p>	<p>Los sujetos construyen una física intuitiva determinada por las características cognitivas innatas. Propone 4 procesos para física intuitiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Semejanza - Contigüidad espacial - Contigüidad temporal - Covariación cualitativa o cuantitativa. <p>El cambio conceptual se da con una reconsideración y reconstrucción por procesos de aprendizaje explícitos. No consiste en sustitución o reemplazo sino en construcción de nuevas relaciones y teorías, "un cambio de conceptos o sistemas de representaciones"</p>

Tabla 2. Principales teorías de cambio conceptual desde la perspectiva cognitiva

Teorías de Cambio Conceptual			
Epistemológicas			
E-R		E-SC	
<p style="text-align: center;">CAREY</p> <p>Los conceptos son representaciones mentales estructuradas, es significado de inconmensurabilidad, su significado se determina por la teoría que lo propone, entidad definida dentro del entorno teórico no es reubicable sino que no requiere de un proceso de reelaboración o transformación.</p> <p>Cambio conceptual se da por el paso de significado de términos del lenguaje de los niños al adulto (traductibilidad), es el problema.</p> <p>Los sujetos construyen lenguaje lógicamente inconmensurable (lengua de los niños y los adultos). El cambio conceptual está referido a cambio de significados dados por los procesos de diferenciación y coalescencia, y por asignar relaciones a lo que antes era conceptos simples</p>	<p style="text-align: center;">STRIKE Y POSNER</p> <p>Desarrollan cuatro condiciones para que se dé el cambio conceptual: insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad, fructificidad. El aprendizaje es conceptualizado como un cambio conceptual, que es un proceso mental del sujeto, este proceso es complejo y requiere una transformación de diversos aspectos conceptuales y/o cognitivos del sujeto. El significado está ligado a aspectos semánticos y sintácticos y a diversos aspectos contextuales que tienen implicaciones dentro de la ecología conceptual del sujeto.</p>	<p style="text-align: center;">TIBERGHIE</p> <p>El cambio conceptual es análogo al de la epistemología de las ciencias para las teorías científicas; el modelo es de las revoluciones científicas de Kuhn. Su esquema tiene tres elementos: teoría-modelo-concepto experimental de referencia. La teoría se constituye por fundamentos y principios sobre un concepto específico, por representaciones específicas y el cambio experimental de referencia, así surge la teoría del alumno. El proceso de cambio conceptual se refiere a 2 niveles: modelo alumno y teoría del alumno.</p>	<p style="text-align: center;">DiSessa</p> <p>Hace una crítica al uso de los términos <i>concepto</i>, <i>modelo</i> y <i>teoría</i>. La construcción de nociones se enmarca en una estructura compleja. Para el proceso de elaboración conceptual se necesitan por lo menos 2 tipos de construcciones, los primitivos fenomenológicos (representaciones directas, de un conocimiento fraccionario y biunívoco) y las clases de coordinación (son más complejas, intuitivas, inmediatas y requieren coordinación entre elementos en torno a una representación del cambio conceptual, está dado por cambios de las estrategias de obtención e interpretación a partir de una clase de coordinación). El concepto son las clases de coordinación en sí, no como entidades unitarias sino como sistemas de conocimiento, con relaciones que se van modificando conforme el sujeto establece nuevas relaciones y significados</p>

Tabla 3. Principales teorías de cambio conceptual desde la perspectiva epistemológica

Entre los enfoques y múltiples estudios que se han hecho con respecto al cambio conceptual, Gallego (2006) propone algunas semejanzas y ciertos aspectos en los que aún no se ha logrado consenso:

Entre las semejanzas están: a) La existencia de estructuras conceptuales iniciales, en las que generalmente se reconoce cierta consistencia interna de la estructura del conocimiento inicial. b) Los diversos tipos de cambio conceptual, y una gran flexibilidad cognitiva que, en general, admite el cambio conceptual normal/superficial y comparte la dificultad de lograr cambios conceptuales profundos y radicales. c) El estado actual de la investigación en este campo de saber permite comprender procesos que conducen al cambio. d) Mantener vínculos relativamente estrechos entre el cambio conceptual y la epistemología de las ciencias.

Algunos aspectos sobre los que no se ha logrado hasta ahora un consenso son: la manera como se da el cambio conceptual en algunos dominios de la ciencia, hay poco acuerdo acerca de qué es lo que cambia, y por qué se dio tal cambio. Por último, tampoco queda claro cuáles son los aspectos que deben ser considerados para lograr el cambio.

3.4.2 Teoría de cambio conceptual

De los enfoques de cambio conceptual, se abordará a continuación la propuesta planteada por Posner (1981, citado por Soto 2003), quien propone conceptos como la ecología conceptual, sobre la cual afirma que indica la manera como las personas traen a la realidad diaria un conocimiento, que se encuentra dentro de su estructura mental y que da lugar al intercambio.

Para que ello se dé, Posner propone tres criterios, Inteligibilidad, Plausibilidad y Fructibilidad, sobre los cuales se debe plantear la teoría de cambio conceptual, y que pretenden describir qué condiciones son necesarias para que haya un cambio conceptual, argumentando que antes debe existir un proceso de insatisfacción con conceptos o ideas previas ya planteados. De acuerdo con la postura de Posner, la teoría de cambio conceptual debe estar regulada e implica un cambio.

Esas ideas previas, que Rodríguez y Aparicio denominan concepciones o nociones intuitivas⁸, se caracterizan por “su carácter erróneo o incompleto desde

⁸ “Estas concepciones han recibido distintas denominaciones en función del rasgo que se quiera destacar de ellas. También se han llamado “concepciones alternativas” (por ser alternativas a las concepciones científicas), “concepciones erróneas” (por no ser adecuadas desde la perspectiva científica), “conocimiento informal” o “concepciones caseras” (por construirse en contextos no académicos), “conocimiento previo” o “preconcepciones” (por referirse al conocimiento con el que

la perspectiva científica y su condición de previas al proceso de aprendizaje de las concepciones científicas en la enseñanza” (2004, p. 273); en el cambio conceptual un concepto previo puede ser considerado como “claramente erróneo, de forma que, si se vincula con el contenido a enseñar, contribuirá a generar un aprendizaje deficiente” (p. 275).

Posner et al. (1982) se apoyan en los postulados de Kuhn y Lakatos, quienes proponen un cambio conceptual acuñado por Kuhn como (revolución científica). En su propuesta, Kuhn sugiere la falsación de la propia teoría del que la plantea y, a la vez, la posibilidad de ser reemplazada por una más coherente, o que logre explicar lo que la teoría inicial no ha podido; mientras que, para Lakatos, cuando una teoría no logra explicar lo que la otra sí, la teoría que ha perdido credibilidad debe mantenerse sin descartarse totalmente, y para ello los teóricos que la defienden se valen de diferentes mecanismos que posibiliten poder mantenerla.

Pero lo que Posner pretende rescatar de Kuhn y Lakatos, es que cuando una persona encuentra insatisfacción con un concepto, y la acumulación de anomalías logran superar los planteamientos de la teoría (a no ser que un concepto que se consideraba asimilable no lo sea para algunas personas), entonces se verán en la obligación de reformular nuevos planteamientos o de aceptar otros que antes no aceptaban. Al respecto afirma:

Creemos que existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje. A veces los estudiantes utilizan conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos. A esta variante de la primera fase de cambio conceptual la denominamos asimilación. Sin embargo, a menudo los conceptos preexistentes en los estudiantes son inadecuados para permitirle captar los fenómenos satisfactoriamente. Entonces el estudiante debe reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales. A esta forma más radical de cambio conceptual la denominamos acomodación. (Posner et al., 1982, p. 91)

Sin embargo, para que la acomodación ocurra se deben cumplir cuatro condiciones, que llevan a la modificación de la ecología conceptual⁹, y que deben ser acertadas en cuanto a criterios dados por la razón, esos criterios son:

1. Insatisfacción: consiste en introducir un conflicto conceptual entre las ideas nuevas que se le presentan al niño y las ideas que él ya posee, confrontándolas y generando así la insatisfacción.
2. Inteligibilidad: los nuevos conocimientos o conceptos que se le presentan al niño deben ser claros y significativos.

los alumnos acuden a clase antes de comenzar el proceso de aprendizaje)”. (Rodríguez y Aparicio 2004, p. 273).

⁹ “la ecología conceptual se considera ahora como la interacción dinámica entre la estructura de conocimiento y el ambiente intelectual en el cual vive el sujeto. De ahí que ya no sea posible ver la ecología como el conjunto de artefactos cognitivos que permiten ayudar a comprender el proceso de acomodación, sino que, por el contrario, ahora ocupa el lugar de concepto inspirador; pues es aquello que cambia en el cambio conceptual.”(Mejía 2006, 34)

3. Plausibilidad: la nueva explicación debe dar cuenta de una manera coherente y completa del fenómeno o concepto en cuestión.
4. Fructibilidad: se deben ofrecer posibilidades de aplicación y explicación con otros fenómenos o conceptos científicos.

Los conceptos de asimilación y acomodación utilizados por Posner et al. (1982), no tienen ninguna relación con los conceptos desarrollados por Piaget. Sobre este aspecto Hewson (1981) introduce una variación en el lenguaje al denominar la asimilación como "captura conceptual" y a la acomodación como "intercambio conceptual". Hewson justifica los nuevos conceptos para nombrar la asimilación y la acomodación desde el punto de vista de que estos son términos de Piaget, pero indicando que el uso de estos no establece ningún compromiso con su teoría (Los fundamentos epistemológicos, 13, citado en Soto, 2003).

Hewson ha propuesto los términos *captura conceptual* e *intercambio conceptual*, primero con el fin de eliminar toda confusión en este aspecto y, segundo, debido a que el uso proporcionado por el diccionario los ubica más cerca al significado deseado.

3.4.2.1 El estatus de las concepciones

Como se ha visto anteriormente, Posner et al. (1982) asumen una perspectiva epistemológica en su propuesta, en la que el aprendizaje se da por el reemplazo de conceptos.

En nuestra investigación no estamos de acuerdo con asumir el aprendizaje por cambio conceptual como reemplazo, debido a que en diversas investigaciones se ha comprobado que las ideas preexistentes no son simples olvidos o equivocaciones, sino que son arraigadas y resistentes a ser sustituidas por los conocimientos científicos en la enseñanza (Pinto et al., 1996, citado por Solbes, 2009).

Sin embargo, de esta propuesta retomamos algunos planteamientos de Hewson (1981, citado por Soto, 2003). De acuerdo con Soto, para Hewson,

existe un aspecto adicional al proceso de acomodación planteado por Posner que tiene que ver con el Estatus de las Concepciones. La teoría de cambio conceptual parte de la premisa de que dos concepciones C (actual) y C' (nueva) son irreconciliables. El Cambio Conceptual está acompañado de una reducción en el Estatus de la Concepción C en favor de un aumento en el Estatus de la Concepción C'.

Esto significa que, para Hewson, lo que pase al concepto actual depende directamente de tres preguntas que hacen referencia al estatus actual de la idea

inicial del estudiante, y al estatus de la idea nueva y las posibilidades de reconciliación entre el estatus de la idea inicial y el estatus de la idea nueva; pero es el estudiante quien finalmente tiene que decidir sobre estos tres aspectos.

Para que los estudiantes determinen el estatus que una idea tiene para ellos, Hewson y Beeth (1995, p. 27) exponen que primero deben

Saber si es inteligible, y después decidir si encuentran la idea plausible o no, o si les resulta útil. Con el fin de proporcionar una justificación para tal decisión sobre el status, los estudiantes mantendrán uno o más criterios, siendo éstos parte de los componentes importantes de sus ecologías conceptuales en las que van a situar la idea considerada.

3.4.2.1.1 Inteligibilidad de una nueva concepción

Puede plantearse como la inserción de un nuevo concepto de origen científico que el estudiante pueda entender y comprender, pero de antemano debe haber una insatisfacción con el concepto preexistente, para que, de esta manera, el nuevo concepto pueda lograr incorporarse a la ecología conceptual del estudiante. Es importante que el estudiante sea consciente del proceso, para lo cual es necesario hacerse varias preguntas que pretenden dar respuesta a si la nueva concepción es inteligible: ¿Qué significa? ¿Tiene sentido? ¿Puedo representarlo? (Hewson, 2007).

3.4.2.1.2 Plausibilidad inicial con la nueva concepción

Esta concepción debe parecer al estudiante lo suficientemente sólida para resolver los problemas generados por la concepción que se pretende cambiar. Además, debe ser consistente con otros conocimientos y con las creencias metafísicas y los compromisos epistemológicos que posee el estudiante. Según Posner et al. (1982, citados por Soto, 2003), aquí es de vital importancia que el estudiante pueda comprender el proceso que se da dentro de sí.

En algunas ocasiones se ha planteado realizar paralelos entre lo que es denominado conocimiento científico y conocimiento cotidiano, de tal manera que para el estudiante sean comprensibles sus similitudes y diferencias y pueda lograr una comprensión de conceptos que va más allá de la interiorización de los mismos. De la misma manera, si la nueva concepción es inteligible para la plausibilidad también se puede hacer preguntas que permitan orientarnos en

cuanto a la comprensión de la nueva concepción. Dichas preguntas pueden ser: ¿Es consistente? ¿Es efectiva? ¿Es creíble? ¿Por qué ocurre? ¿Es compatible con otros conocimientos? (Hewson, 2007).

3.4.2.1.3 Fructibilidad de una nueva concepción

Para que se pueda dar la fructibilidad es estrictamente necesario que la nueva concepción sea inteligible y plausible, después de ello es probable que el estudiante logre explorar nuevas maneras de explicar fenómenos y situaciones basándose en las nuevas concepciones. En este caso se podría preguntar: ¿Es útil? ¿Resuelve algún problema? ¿Sugiere nuevas direcciones? (Hewson, 2007).

Gracias a estas condiciones, como lo exponen Flórez y Moreno (2009), Hewson presenta las ideas en una misma persona como dinámicas, pues evolucionan, se reconfiguran e inciden en la ecología conceptual de las personas.

Lo anterior quiere decir que para Hewson, los conceptos de una persona cambian: aumentan en unas ocasiones, descienden en otras, o pueden incluso llegar a ser interdependientes, como cuando un estudiante cambia de parecer respecto a dos conceptos que le parecían contradictorios entre sí, en respuesta al cambio del contexto de la concepción y su ecología conceptual (Hewson y Beeth, 1995; Hewson, 2007).

Duit y Treagust (2003) analizan una descripción de las condiciones necesarias para que haya un cambio en el estatus de las ideas propuesto por Hewson (1981, citado por Soto 2003). En ellas, la inteligibilidad se da en la medida en que los estudiantes sepan qué significa el concepto, y deben poder describirlo en sus propias palabras. Para que la condición de plausibilidad se pueda dar es necesario que se dé la inteligibilidad, adicionalmente, los estudiantes deben creer que el concepto es como realmente es el mundo, y debe encajar con otras ideas o conceptos que saben o creen. Finalmente, para que un concepto sea fructífero debe ser primero inteligible y plausible, y debe ser algo útil para resolver problemas o para explicar mejor las cosas. Duit (2003, p. 734) concluye en su trabajo que

El cambio conceptual, el cual encuentra el criterio de insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructuosidad necesariamente no es un intercambio de concepciones por otras sino un uso aumentado del tipo de concepción que da un mejor sentido al estudiante. Esta investigación ha demostrado que aunque es posible aumentar el estado de una concepción por medio de la enseñanza analógica, necesariamente no lleva a los diferentes resultados de aprendizaje tan medidos en las pruebas tradicionales.

En la tabla 4 se exponen las categorías de análisis del estatus de las ideas en el aprendizaje de las ciencias propuesto por Thorley (1990, citado por Hewson, 2007).

Inteligibilidad: Modos de Representación	
Analogías de inteligibilidad	Analogía o metáfora para representar la concepción
Imagen	Uso de dibujos o diagramas para representar la concepción
Ejemplar	Ejemplo de concepción en el mundo real
Lenguaje	Representación lingüística o simbólica de la concepción
Plausibilidad: Factores de Consistencia	
Otros conocimientos	Alto estatus
Experiencias de laboratorio	Consistencia con datos de laboratorio u observaciones
Experiencias pasadas	Eventos particulares consistentes con las concepciones
Epistemología	Consistencia con compromisos epistemológicos
Metafísica	Se refiere al estatus ontológico de objetos o creencias
Analogías de Plausibilidad	Se invoca otra concepción
Otros factores	
Mecanismos reales	Se invoca el mecanismo causal
Fructibilidad: Otros factores	
Poder	Concepción con amplia aplicabilidad
Promisoria	Qué puede hacer la concepción hacia futuro
Competencia	Comparar explícitamente dos concepciones competentes
Extrínseca	Asociar nueva concepción con expertos

Tabla 4. Categorías de análisis del estatus de las ideas (Thorley, 1990, citado en Hewson 2007, p. 10). (Traducido por Rave & Mesa, 2009).

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Fases de la investigación

Esta investigación fue desarrollada en 3 fases, cada una de las cuales reporta un periodo de 5 meses. La primera hace referencia a la construcción del marco teórico, la segunda fase corresponde al planteamiento del problema, los objetivos y la aplicación de prueba piloto, y la tercera corresponde a la aplicación de los instrumentos de recolección de datos y análisis de resultados. Los periodos de tiempo se encuentran relacionados en el cronograma de actividades (Anexo 1).

Fase I. Construcción del marco teórico

Durante la primera fase se realizaron diferentes actividades encaminadas a la elaboración del marco teórico. Entre las cuales se encuentran: revisión bibliográfica, elaboración de estados del arte sobre cambio conceptual, elaboración de diagnóstico del museo y la institución educativa, y construcción de la unidad didáctica.

La fase duró aproximadamente 5 meses, desde febrero de 2009 a junio de 2009 y comprende el primer periodo académico.

La revisión bibliográfica ha sido constante y abarca las 3 fases de la investigación.

Fase II. Planteamiento del problema, diseño de instrumentos y prueba piloto

Esta fase fue dedicada al planteamiento del problema, la construcción de objetivos, y el diseño de instrumentos de recolección de datos: entrevista inicial y prediseño de entrevista final. Se diseñó la guía para la visita al Jardín Botánico.

Además, se realizó una prueba piloto con el fin de someter a prueba los diferentes instrumentos de la unidad didáctica. Posteriormente, los instrumentos utilizados fueron sometidos a reestructuración de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba piloto.

Esta fase comprende un periodo de 5 meses, de agosto a diciembre de 2009.

Fase III. Recolección de la información y análisis de los resultados

Periodo dedicado a la aplicación de los instrumentos para la recolección de datos: entrevista inicial, actividades e instrumentos de la unidad didáctica previamente corregidos y entrevista final. También se transcribieron las entrevistas y se sistematizó la información.

Para el análisis de resultados se tuvieron en cuenta las tres condiciones abordadas por Hewson: inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad, como categorías de análisis. Enfocándose en la Triangulación de los datos, recogidos de varias fuentes como son entrevista inicial, instrumentos utilizados de la unidad didáctica y entrevista final.

Esta fase abarcó un período de 6 meses, entre enero y junio de 2010.

4.2 Metodología y tipo de estudio

La metodología utilizada en el presente trabajo está enmarcada en el enfoque de investigación cualitativa, la cual permite la interpretación de un contexto y de los procesos sociales y de aprendizaje de los estudiantes sin la manipulación de variables y la formulación de predicciones, gracias a su carácter flexible, es decir, a su capacidad para adaptarse en cada circunstancia en función del cambio que se produzca en la realidad investigada.

Desde la perspectiva de Taylor y Bogdan (1986, citados por Rodríguez, Gil y García, 1996 p. 33), la investigación cualitativa es entendida como “aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable”. Así, pues, la investigación cualitativa permite la apropiación de un contexto real donde los acontecimientos son analizados tal y como suceden.

En el mismo sentido, Stake (1995, citado por Hernández, Fernández y Baptista, 1991) propone tres aspectos fundamentales que permiten diferenciarla de una investigación cuantitativa, son ellos: la comprensión centrada en la investigación de los hechos, que para efectos de este trabajo hace referencia a las explicaciones de los estudiantes con respecto a la adaptación vegetal; el papel personal que adopta el investigador al interpretar los sucesos ocurridos durante la investigación, y la construcción de conocimiento que éste hace como producto final del estudio realizado. Según lo anterior, se destaca el rol que desempeña el investigador docente, el cual le da sentido a la realidad analizada, se apropia de la misma y construye saberes.

En el presente estudio, entonces, la metodología cualitativa se enmarca en el uso del método de estudio de caso, entendido como un proceso de indagación

que se caracteriza por el examen detallado, comprensivo, sistemático y en profundidad del caso objeto de interés. Rodríguez et al. (1996) distinguen las siguientes características esenciales del estudio de caso: éste es particularista, descriptivo, heurístico e inductivo.

En este sentido, el estudio de caso se centra en situaciones basadas en un razonamiento inductivo que favorece el descubrimiento de nuevas relaciones y conceptos, más que la verificación de hipótesis predeterminadas, y que, en nuestro caso, tiene que ver con el concepto de adaptación vegetal. A la par, el estudio de caso ilumina la comprensión del lector acerca del fenómeno objeto de estudio, mediante un producto final, representado en el análisis de los datos y las conclusiones finales del estudio, que se constituye en una descripción rica y densa de la realidad estudiada.

4.3 Selección y descripción del caso

La población en la que se enmarca el desarrollo del presente trabajo, está conformada por estudiantes con edades que oscilan entre los quince y dieciséis años, de estratos socioeconómicos dos y tres, y que pertenecen al grado noveno de la Institución Educativa Javiera Londoño, situada en el municipio de Medellín, en el barrio Sevilla al nororiente de la ciudad.

La elección del caso constituye una unidad de análisis sobre la cual se recolectan los datos. Así, pues, los participantes son cuatro estudiantes en total, escogidos atendiendo su interés y las explicaciones que presentaban en las clases de biología.

Para el análisis se eligió un caso que denominaremos en esta investigación como **A**. Una adolescente de quince años de edad, quien cursa actualmente el grado noveno en la jornada de la tarde, cuyo horario es de 12 m. a 5:45 p.m., en la institución educativa anteriormente mencionada.

4.4 Técnicas para la recolección de datos

Para obtener la información importante y pertinente que permita dar respuesta a la pregunta problematizadora de la investigación, se hace uso de diversas técnicas de recolección de datos.

Alfonso Torres se refiere a las técnicas de recolección de datos como “formas concretas de trabajo, al uso de determinados recursos, instrumentos y materiales que sirven para cumplir un propósito dentro de una investigación (...)”. Las

técnicas siempre se realizan en el marco de un método o estrategia metodológica” (1996, p. 81).

4.4.1 La entrevista

En la investigación cualitativa la entrevista se convierte en una herramienta muy útil, puesto que con ella “se genera la oportunidad de comprender los puntos de vista de los participantes en la investigación acerca de sus mundos tal como son descritos en sus propias palabras” (Mayan, 2001, p. 15).

Hernández, Fernández y Baptista (2000) indican tres tipos de entrevistas: la estructurada, la semi-estructurada y la abierta.

En esta investigación se hace uso de la entrevista tipo semi-estructurada, la cual se basa en una guía de preguntas, pero el entrevistador tiene la libertad de hacer preguntas adicionales no previstas, con el objetivo de obtener mayor información sobre el tema.

En la transcripción de las entrevistas (ver anexos 2 y 3) de esta investigación se designa a la entrevistada con la letra **A**, para mayor confiabilidad y proteger su identidad.

4.4.1.1 Entrevista inicial

Esta entrevista (anexo 2) se realizó en abril de 2010, antes de la aplicación de la unidad didáctica, y fue transcrita (ver anexo 3). Se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe, específicamente en la zona que representa el bosque húmedo tropical, con la pretensión de contextualizar a la entrevistada y permitirle una cercanía con el concepto y el museo.

En este caso se hace uso de una entrevista semi-estructurada, en la que se hacen preguntas abiertas con el fin de indagar las ideas que tiene la estudiante **A** con relación al concepto de adaptación vegetal y sus conocimientos acerca de los museos.

4.4.1.2 Entrevista final

Se procedió a la aplicación de una entrevista final (Anexo 4), esta entrevista se realizó en abril de 2010, luego de la aplicación de la unidad didáctica en la que se hizo uso de las visitas al museo Jardín Botánico como una herramienta de aprendizaje; la entrevista fue transcrita (ver Anexo 5).

Esta entrevista también se efectuó dentro de las instalaciones del museo Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe, en una zona próxima a la representación de bosque húmedo tropical, desierto (Figura 3) y lago, con la intención de contar con un espacio adecuado que le proporcionara a la entrevistada información acerca del concepto de adaptación vegetal y de los museos.



Figura 3: Representación de desierto. Jardín botánico Joaquín Antonio Uribe (Medellín). (Foto tomada por Víctor Márquez. 17 de Abril del 2010).

El objetivo de la entrevista era confrontar la información obtenida de la entrevista inicial y hacer una valoración en el cambio del estatus de las ideas de la estudiante **A**.

Al igual que en la entrevista inicial, se hizo uso de la entrevista tipo semi-estructurada, de manera que se pudieran diseñar las preguntas orientadoras para recoger los datos, con la posibilidad de formular otras preguntas que permitieran la acumulación de nuevos datos, útiles para la comprensión de algunos conceptos.

4.4.2 La Unidad Didáctica

La unidad didáctica fue elaborada con un modelo socio-constructivista, y trabajada con base en la propuesta del ciclo didáctico de Jorba y Sanmartí (1996) (Anexo 6), en la que se diseñan actividades agrupadas en cuatro fases: exploración, introducción, estructuración y aplicación de los conocimientos. En esta unidad didáctica se plantean actividades que involucran cada una de estas fases (ver Anexo 7), y en ellas se hace uso del museo de ciencias Jardín Botánico como una importante herramienta en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de adaptación vegetal.

El método usado para planear las actividades de la visita al museo corresponde con los momentos sugeridos por diversos autores (Bragança y Lourenço, 1999; Guisasola et al., 2007; Guisasola et al., 2005). Estos momentos son usados frecuentemente para el diseño de las visitas a los museos, las cuales consisten en actividades agrupadas de la siguiente manera: pre-visita, visita y post-visita.

En esta investigación se siguió la propuesta de Guisasola et al. (2007) en la que se usa la unidad didáctica como un puente entre la escuela y el museo. Para ello, los momentos de la visita al museo se corresponden con las fases del modelo constructivista, vinculándolos como se indica en la tabla 5.

Modelo constructivista: Fases de la unidad didáctica	Momentos de visita al museo
Exploración	Pre-visita
Introducción	Pre-visita y visita
Estructuración	Visita
Aplicación	Visita y post-visita

Tabla 5. Vinculación entre fases de la unidad didáctica y los momentos de la visita al museo.

Como se puede apreciar, en las fases de introducción y aplicación se llevan a cabo dos momentos diferentes de la preparación y ejecución de la visita al museo; es necesario aclarar que esta vinculación se indica de esta manera por la clase de actividades planteadas para cada una de las fases de la unidad didáctica.

La planeación y el diseño de la unidad didáctica se desarrollaron entre mayo y septiembre del 2009.

La unidad fue dirigida a estudiantes cuyas edades oscilan entre los quince y dieciséis años, que cursan noveno grado de la básica secundaria en la Institución Educativa Javiera Londoño sede Sevilla en el municipio de Medellín, Antioquia. El tema trabajado con la unidad fue la adaptación vegetal.

Con el desarrollo de la unidad didáctica se busca que el estudiante esté en la capacidad de establecer las relaciones que existen entre las adaptaciones de las plantas y los diferentes ecosistemas y cambios ambientales.

Conceptuales

- La adaptación
- Tipos de adaptaciones de las plantas
- Mecanismos de defensa y ataque de las plantas

Procedimentales

- Observar y describir las partes de las plantas
- Contrastar los conceptos explorados y estudiados en clase con las observaciones hechas en el Jardín Botánico
- Analizar y relacionar la adaptación en las plantas en entornos físicos

Actitudinales

- El estudiante adoptará una actitud positiva frente a las actividades realizadas en el aula de clase.
- El estudiante asumirá una actitud responsable frente a las actividades propuestas para su realización fuera del aula de clase.
- El estudiante actuará de manera cooperativa en los trabajos propuestos para ser realizados en grupo.
- El estudiante asumirá una actitud apropiada en las visitas al Jardín Botánico, mediante el uso de habilidades como la observación, la descripción, la comunicación, el lenguaje, la investigación, la exploración, las inferencias, el análisis, la cooperación, la motivación, la resolución de problemas, etc.

4.4.2.1 Guías para la visita al museo

Como instrumentos de recolección de los datos, en esta unidad didáctica se diseñó una guía para la visita al museo que fue aplicada durante las fases de exploración (ver Anexo 8) y aplicación (ver Anexo 9) de la unidad didáctica, con el objeto de identificar el estatus de las ideas de los estudiantes antes y después del desarrollo de la unidad y la visita al museo.

La guía para el museo se hace importante dentro de la investigación, porque permite indagar el museo como herramienta para el aprendizaje en la medida en que ayuda al cambio en el estatus de las ideas de los estudiantes.

4.5 Construcción de las categorías de análisis

Dentro de la bibliografía revisada se encontraron tres condiciones necesarias, según Hewson, para lograr el cambio conceptual: inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad, las cuales se toman en esta investigación como las categorías de análisis.

Comenzando por la categoría de **Inteligibilidad**, se toman los componentes que desde la ecología conceptual permiten alcanzar la modificación en el estatus de las ideas de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. En esta categoría se toman como subcategorías los *modos de representación* de los estudiantes.

En la segunda categoría, **Plausibilidad**, se toman como subcategorías de análisis los *factores de consistencia*, son ellos: Mecanismos Reales (MR), Otros Conocimientos (OC) y Otros factores, de los cuales se toman los mecanismos reales. Por último, en la categoría **Fructibilidad**, se encuentran las subcategorías relacionadas con la Amplia aplicabilidad.

Estas categorías y subcategorías son analizadas a partir de los cuatro instrumentos bajo tres aspectos diferentes: la mirada de la teoría científica que se enseña en la escuela, la teoría sobre museos y la relación escuela-museo.

De esta manera, el cuadro que Hewson tomó de Thorley (1990, citado por Soto, 2003), se adaptó para la representación de las categorías de análisis (ver tabla 4).

4.6 Recolección y sistematización de la información

Durante el desarrollo de la unidad didáctica se realizaron las entrevistas inicial y final. Las entrevistas fueron transcritas, y de ellas se eligieron las unidades de análisis (fragmentos) que mostraban información relevante acerca del concepto y el aprendizaje en los museos.

Adicionalmente se transcribieron las respuestas de la guía para la visita al museo, la cual fue aplicada antes de introducir el tema y después de terminadas las actividades de estructuración de la unidad didáctica. Las respuestas de la guía fueron seleccionadas con el mismo criterio que los fragmentos de las entrevistas para el análisis de la información, y los fragmentos escogidos fueron vaciados en cuadros para contrastar la información de las entrevistas y las guías.

4.7 Validación de los datos

Para dar validez a la investigación hacemos uso del método de triangulación de fuentes para verificar los datos de la investigación cualitativa, en este método se colectan datos en una misma muestra utilizando dos o más métodos o instrumentos (Hernández et al., 2000; Taylor y Bodgan, 1996).

En nuestro caso, la triangulación de los datos se hace con diversas fuentes para verificarlos:

- Entrevista inicial (EI)
- Entrevista final (EF)
- Guía para la visita al museo inicial (GI)
- Guía para la visita al museo final (GF)

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Nuestro trabajo de investigación se centra en la teoría de aprendizaje por cambio conceptual desde una perspectiva epistemológica, de la que retomamos los planteamientos de Hewson (1981, citado por Soto 2003) para evaluar el aprendizaje del concepto de adaptación vegetal por parte de los estudiantes. Se toman las categorías de análisis propuestas por Thorley (1990, citado por Hewson, 2007) para el aprendizaje de las ciencias.

Los resultados obtenidos de las entrevistas inicial y final y de las guías desarrolladas en el Jardín Botánico se analizan a partir de las condiciones de Hewson —inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad—, con el fin de analizar las modificaciones en el estatus de las ideas de los estudiantes, teniendo en cuenta el museo como una herramienta importante para el aprendizaje de las ciencias.

Para analizar los resultados se tomaron fragmentos de las entrevistas y guías y se dispusieron en tablas en las que se contrastan los datos de los diferentes instrumentos. La nomenclatura usada en las tablas es la siguiente:

<i>¿Qué relación tienen las adaptaciones vegetales con la evolución?</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
En la evolución... que el ecosistema y todo va cambiando, entonces las plantas se adaptan (EI 58-60)	La evolución es el desarrollo de las plantas y de todo, entonces, por ejemplo las plantas se adaptan al sol, cuando la planta necesita el sol, entonces se adapta al árbol, se adhiere al árbol para encontrar el sol, está así relacionado, entonces va evolucionando la planta, se va volviendo más grande y va evolucionando, va creciendo la planta al adherirse al tronco y buscar la adaptación al sol (EF 59-63)	Para recibir la luz del sol	Para alcanzar o buscar el sol
	No me le sé el nombre pero es una cosita así mucha (raíces adventicias) que se le adhiere al tronco, pero podría estar relacionado porque ella crece y va evolucionando, y mientras crece podría como volverse diferente, desarrollarse más y adaptarse a subirse (EF 65-71)		
	Sí, porque uno descubre cosas que no veía, por ejemplo la evolución de las plantas, por ejemplo los helechos que han evolucionado y yo pensaba que siempre eran de la misma forma, y ya uno entiende cómo han cambiado, que han evolucionado mucho (EF 34-38)		

EI: Entrevista inicial; EF: Entrevista final; GI: Guía inicial; GF: Guía final; EF 132-135: significa que se toma un fragmento de la entrevista final desde la línea 132 hasta la 135; Las guías no se enumeraron

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

El cuadro que Hewson toma de Thorley (1990, citado por Soto 2003), se adaptó para la representación de las categorías de análisis, se marca con una (x) las categorías en las que se encontraron datos, de la siguiente manera:

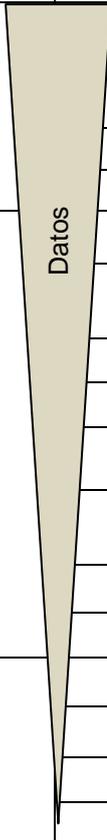
ESTATUS	Modifica 	ECOLOGÍA CONCEPTUAL	Instrumentos				
			EI	EF	GI	GF	
Inteligibilidad	 Datos	Analogías de inteligibilidad					
		Imagen					
		Ejemplar	x	x	x	x	
		Lenguaje	x	x	x	x	
Plausibilidad		Otros conocimientos					
		Experiencias de laboratorio					
		Experiencias pasadas					
		Epistemología					
		Metafísica					
		Analogías de Plausibilidad					
		Otros factores					
		Mecanismos Reales	x	x			
		Fructibilidad	Poder	x			
			Promisoria				
Competencia							
Extrínseca							

Tabla 6. Categorías de análisis del estatus de las ideas en el aprendizaje de las ciencias propuesto por Thorley (1990, citado por Hewson, 2007), modificado para esta investigación.

5.1 Análisis de los datos

<i>¿Qué entiendes por adaptación vegetal?</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
Adaptarse a los cambios, adaptarse a los diferentes cambios que hay (EI 47-48)			
Las plantas adaptarse a los cambios donde viven, de su hábitat (EI 56-57)	Las plantas se adaptan a donde están, por ejemplo: el terreno, la luz. La temperatura, se adaptan y pueden adaptarse al tamaño, al sol, se adaptan a la lluvia, al agua (EF 47-50)	Pues cuando las plantas se adaptan a los diferentes cambios climáticos o del suelo o de su hábitat o a los animales que hay en su entorno. También a lo que esto genera a toda su estructura	Una adaptación vegetal es cuando una planta se adapta a la temperatura, al terreno, en donde viven, el clima, cuando se adapta al ambiente, por ejemplo las plantas que se enredan en un tronco para buscar el sol
El suelo puede cambiar y ellas se pueden adaptar, la humedad que reciben, en cómo cambia la estructura de la planta con el clima (EI 135-137)			
Cuando las plantas se adaptan a todo, lo de los suelos y todo (EI 50-51)	Por ejemplo el cactus puede sobrevivir si guarda el agua, o sea, si por ejemplo llueve, entonces el coge agua, la guarda, entonces si hace mucho verano él puede aprovechar el agua (EF 125-128)		

Para el caso A, el concepto de adaptación vegetal es entendido como la adaptación de las plantas a las condiciones ambientales, y se da en un corto plazo, dicha concepción está fuertemente arraigada y permanece aún después del proceso de enseñanza.

Sin embargo, para explicar la adaptación, la estudiante adiciona nuevos conceptos como los ecosistemas y otros factores abióticos diferentes del suelo. Además de dar explicaciones sobre la adaptación vegetal, también presenta ejemplos aprendidos en el museo Jardín Botánico. En este sentido la idea ha ganado estatus en inteligibilidad.

En las EI y GI la estudiante habla de hábitat para explicar la adaptación, y en la guía final vincula el concepto de ambiente para explicarla.

La idea de adaptación es inteligible para la estudiante porque hace uso del lenguaje (la explicación), y además toma ejemplos de las representaciones del Jardín Botánico.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

<i>¿Qué le podría pasar a una planta cuando las condiciones ambientales cambian?</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
Si es por ejemplo sol, se pueden quemar, las hojitas se le queman (EI 38-39)	Por ejemplo, el cactus puede sobrevivir si guarda el agua, o sea, si por ejemplo llueve, entonces coge el agua y la guarda, entonces si hace mucho verano él puede aprovechar el agua. (EF 125-128)		
Puede haber muchos cambios en la estructura de la planta o pueden morir o pueden volverse mejor (EI 42-43)			
Con el clima o ¿qué?... por ejemplo en este momento, que si por ejemplo en el verano se ven como quemadas, y cuando reciben así pues como la lluvia se ven como mejor, pues como que se... como que se hidratan (EI 89-92)	Lo que estábamos viendo ayer (a los alumnos se les mostró un video sobre adaptaciones vegetales, en el que el presentador simula la absorción y posterior distribución del agua de las plantas con una motobomba y una manguera), lo de la manguera, que siempre son húmedas (Plantas del bosque) pero no liberan toda el agua que tienen, entonces me imagino que la aprovechan. Y si está lloviendo mucho, el agua le hace daño, el impacto del agua, entonces ellas tienen los canales, pues se pueden proteger así, aprovechando el agua que guardan, o si hace mucha lluvia por las venitas o canales que ellas tienen, pueden protegerse así. (EF 129-136)		

En la entrevista inicial, la estudiante reconoce que las plantas se han adaptado a diversas condiciones ambientales, pero un cambio drástico de uno de sus factores puede comprometer la supervivencia del organismo, esto nos da indicios de que la idea de adaptación vegetal, como un evento que sucede cotidianamente debido a cambios meteorológicos perceptibles y no a procesos en largos periodos de tiempo, es muy clara y se hace más inteligible para la estudiante luego de la visita al jardín botánico, en cuanto le permite entender la adaptación de las plantas como un proceso que las prepara para sobrevivir en las condiciones mencionadas y, adicionalmente, para ocasionales cambios climáticos con diversos mecanismos de defensa.

La relación entre el cambio de las plantas y el clima es una idea que se hace plausible para la estudiante, puesto que puede llegar a establecer una relación de causa y efecto entre las condiciones ambientales y el proceso de adaptación; es además inteligible, porque le permite dar explicaciones sobre cómo se da la adaptación vegetal.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

<i>¿Qué relación tienen las adaptaciones vegetales con la evolución?</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
En la evolución... que el ecosistema y todo va cambiando, entonces las plantas se adaptan (EI 58-60)	La evolución es el desarrollo de las plantas y de todo, entonces, por ejemplo las plantas se adaptan al sol, cuando la planta necesita el sol, entonces se adaptan al árbol, se adhiere al árbol para encontrar el sol, está así relacionado, entonces va evolucionando la planta, se va volviendo más grande y va evolucionando, va creciendo la planta al adherirse al tronco y buscar la adaptación al sol (EF 59-63)	Para recibir la luz del sol	Para alcanzar o buscar el sol
	No me le sé el nombre pero es una cosita así mucha (raíces adventicias) que se le adhiere al tronco, pero podría estar relacionado porque ella crece y va evolucionando y mientras crece podría como volverse diferente, desarrollarse más y adaptarse a subirse (EF 65-71)		
	Sí, porque uno descubre cosas que no veía, por ejemplo la evolución de las plantas, por ejemplo los helechos que han evolucionado y yo pensaba que siempre eran de la misma forma, y ya uno entiende cómo han cambiado, que han evolucionado mucho (EF 34-38)		

En la entrevista inicial, la estudiante relaciona la evolución con adaptación al ecosistema, pero esta idea no es clara. Luego de la aplicación de la Unidad Didáctica y la visita al museo Jardín Botánico, la evolución es entendida como desarrollo y crecimiento: el cambio fisiológico de las plantas se da en un periodo muy corto y está asociado tanto al clima como a la temperatura.

En cuanto a la relación entre adaptación vegetal y evolución, entendiéndola como desarrollo, la entrevistada amplía el conocimiento, pues ya no se trata solo de recibir la luz del sol, sino que reconoce que la planta requiere el sol y por ello se adapta para buscar sus rayos; esta idea se hace inteligible, pues hay una modificación en el lenguaje, el concepto ha ganado estatus en inteligibilidad.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

<i>¿Las plantas han desarrollado adaptaciones específicas de acuerdo a las condiciones ambientales?</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
Ellas se han adaptado mucho al clima (plantas del Bosque Jardín Botánico), por ejemplo el verano, unas se ven secas, pero hay unas que sobreviven (...) Como árboles, de esas que son así chiquitas, que les da mucho el sol y uno las ve, por ejemplo en ese palo se ven las hojas así quemadas, entonces se adaptan si... al clima y todo (EI 146-152)	Adaptaciones vegetales... por ejemplo el del bosque, pues que las plantas se adaptan a la lluvia con los canales. Y en todo el ecosistema las plantas se adaptan a la lluvia, a la temperatura que hace, ya depende de la planta si es alta o baja entonces se adapta todo el ecosistema (EF 78-82)	Tienen como desagües por decirlo así, y entonces las plantas sacan el agua por medio de estos desagües.	Con las lluvias: existen como unos canales o venitas para que el agua se vaya por ahí y así protegerse. Con el sol: se protegen con su humedad, pues, la humedad que ellas preservan, el agua que conservan dentro de ellas
La forma aterciopelada de las plantas de tierra fría son para protegerse más, protegerse de los cambios (...) Son más abundantes, florecen más, no se secan como éstas (plantas de bosque), son más saludables, el clima es neutro (EI 160-165)	(Descripciones de plantas de tierra fría) Hay unas muy coloridas y hay unas que son con una flor muy llena de flores, otras que son de terciopelo y otras que son con un palito. (...) yo he visto mucho la planta del frijol en tierra fría y la del chócolo también la he visto mucho y la de las moras (EF 138-146)		
	Éstas (plantas de bosque) tienen un color más llamativo y no son así como las de allá (plantas de desierto) que son ásperas, sino que son más suaves, más aterciopeladas, en cambio las de allá (plantas de desierto) son ásperas son duras y llenas de chuzos y donde las toque uno..., estas (plantas de bosque) se pueden tocar (EF 215-219)		
(Cactus) Hay como unos tronquitos, y tienen..., son así como con manita, pues se ven como con cositos a los lados y son llenos como de unos chucitos, como de unas cositas (EI 198-200)	Son cactus, y yo he visto unas pero tienen espinas, todas tienen eso (espinas) y hay unas que tienen unas flores, pero unas poquitas, las que he visto todas tienen chuzos (...) ¿La del desierto? Es un tronquito, como unos bracitos y hacen unas formas así (la entrevistada abre los brazos, con los codos flexionados hacia arriba indicando la forma del cactus) como piezas de rompecabezas he visto yo y llenas de chuzos, son ásperas, secas, duras (EF 148-156)	(Los cactus) Se adaptaron al clima y su estructura es un mecanismo de defensa para sobrevivir. Porque guardan agua en sus estructuras internas	Pues para tener un mecanismo de defensa, o para conservar el agua también. Porque ellas guardan el agua por dentro de ellas. Mejor dicho han tenido siempre un mecanismo de defensa y ha evolucionado. Y la planta en sí también
		Es un mecanismo de defensa (las espinas de los cactus), y han evolucionado a partir de tantos cambios	Las espinas son hojas y se han formado así por muchos años, modificaron la hoja por espinas y las espinas sirven para protegerse, es decir, son un mecanismo de

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

			defensa
	(Lago del Jardín Botánico) se han adaptado a los animales. Porque hay muchos animales. También como el nivel del agua. (EF 161, 163)	El loto es una planta diseñada para estar en el agua pues es acuática, y se adapta a flotar, a todos los animales en su entorno, al nivel del agua	El loto tiene un tejido que le ayuda a sostenerse en el agua. Puede florecer
	Son como una cosita (plantas de lago) larguita y se mueve, pues obviamente por el agua, y otras grandes y también las que dibujan con sapos. (EF 173-175)		

Mientras que en la GI la estudiante A habla de desagües en las hojas para evacuar el exceso de agua lluvia, en la GF y EF, como afirman Duit y Treagust (2003), se da un aumento en el uso del tipo de concepción, que se evidencia cuando emplea un término más adecuado para su explicación, el cual es introducido luego del desarrollo de la unidad didáctica y la visita al museo Jardín Botánico: “Con las lluvias: existen como unos canales o venitas para que el agua se vaya por ahí y así protegerse”,

Tanto en la EI como en la EF se reconoce una característica de las plantas de tierra fría: la forma aterciopelada que le proporciona a la planta protección. La estudiante hace una asociación entre el clima y el bienestar, para ella el clima frío representa una característica que ofrece mejores condiciones, y por ello las plantas se ven mejor y más hidratadas. Según Rodríguez y Aparicio (2004), estas concepciones son erróneas desde la perspectiva de la ciencia, y permanecen porque son más comprensibles y funcionales para la estudiante que la idea presentada por la ciencia, en otras palabras, porque guardan correlación con los hechos observables y le permiten entender lo que percibe.

Las espinas son un mecanismo de defensa y además les ayudan a los cactus a conservar el agua. Estos son conceptos nuevos aprendidos por la estudiante a partir del video visto en la unidad didáctica (ver anexo 5) y de la visita al museo; además, en la GF reconoce que las adaptaciones en las plantas hacen parte de un proceso de evolución. En este caso, hay un aumento en el uso de la concepción de una manera más adecuada, y por lo tanto se ha hecho más inteligible.

Particularmente, en el lago del Jardín conviven varias especies de animales como patos, garzas, tortugas, iguanas y pájaros, la mención de los animales en ambas respuestas para la entrevistada, tiene que ver con que estos son una competencia por el espacio con las plantas, aunque no son peligrosos, y esto permite que también los lotos permanezcan en el lago. Cuando explica que los lotos flotan porque tienen un tejido que les ayuda, aparece un concepto nuevo aprendido en la unidad didáctica, y que fue reforzado en el Jardín Botánico.

El cambio en la conceptualización da cuenta de una modificación y ampliación

en el lenguaje. La estudiante vincula varios términos a su ecología conceptual para explicar las adaptaciones específicas de las plantas a las diferentes condiciones ambientales, tales como protección, mecanismos de defensa y canales, lo cual nos permite concluir que hubo una captura conceptual.

La descripción hecha de las plantas de desierto y lago está fuertemente influenciada por las imágenes vistas en los medios de comunicación masivos, en donde se muestran cactus típicos de las películas y fotos de desiertos de Norte América y lotos asociados a sapos. Estas descripciones no se modificaron aun después de la visita al museo Jardín Botánico, lo que nos indica que la idea permanece.

<i>Compara las hojas de sotobosque con las de dosel</i>			
<i>EI</i>	<i>EF</i>	<i>GI</i>	<i>GF</i>
		Sotobosque - Que son más visibles, estas son bajas -Hay algunas que no les da el sol -Pero no son tantas como las hojitas de árboles	Sotobosque - Son más grandes -Hay más visibilidad para verlas -Hay más variedad
		Dosel -Que las hojas son más pequeñas -Estas no son tan visibles -Estas son más altas y estas son grandes - Grandes cantidades de hojitas - Son más juntas, más pegaditas	Dosel Son más pequeñas - Hay menos visibilidad para verlas -Hay menos variedad

Identifica y diferencia claramente algunas adaptaciones en las hojas cuando se comparan plantas del dosel con las del sotobosque. Los conceptos permanecen, sin embargo en la GF introduce el concepto de variedad aprendido en la visita al museo.

En ambas comparaciones, al hacer uso del lenguaje para describir las plantas, la estudiante muestra un grado de inteligibilidad del concepto, sin embargo, muchas de las características que describe en la GI vuelven a aparecer en la GF, lo que indica que gran parte de las ideas previas permanecen.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

<i>¿Qué es un museo, qué se le viene a la mente?</i>			
EI	EF	GI	GF
Donde un artista o una persona muestra todo, por ejemplo cuando es del cuerpo humano, muestran las partes del cuerpo humano, de investigación, para uno saber y darse cuenta de cosas, para eso es un museo, para uno mirar y explorar (EI 211-215)	Un lugar donde hay información, un lugar donde hay conocimiento para la gente, que brinda conocimiento e información para la gente (EF 247-249)		
Hay muchas clases de museos, por ejemplo hay de pinturas, de esculturas, hay de figuras, por ejemplo yo la otra vez fui a uno donde había partes del cuerpo humano. Eso depende del museo, si a uno le dicen que es de biología uno se imagina plantas y cosas, o si es el Museo de Antioquia, entonces uno se imagina esculturas y cuadros (EI 203-209)	Esculturas, conocer, con el museo de Antioquia a uno se le viene a la mente pinturas, esculturas, el de allí (Parque Explora): ciencia, la física, por ejemplo este (Jardín Botánico): las plantas, la biología, los seres vivos (EF 242-245)		
El Museo de Antioquia y uno donde habían partes así de plantas y seres, partes de un ser humano (EI 217-218)			
Como de esculturas, pues sí, como de cuadros, como pinturas (EI 221)	El Planetario y el Parque Explora (EF 266)		
Pues donde había partes de seres humanos, y por ejemplo uno allí, en el Planetario, de la evolución, pues que cómo ha evolucionado el ser humano y las estrellas (EI 225-227)	Y ahí (Parque Explora) también hay unas cosas como de ciencia en el Parque de los Deseos, el Museo de Antioquia y uno que... uno que había en la biblioteca, uno nuevo, uno que había en una biblioteca (Exposición de BODY en el Centro de Exposiciones: Plaza Mayor)... y este (Jardín Botánico) (EF 268-270.277)		
Este (Jardín Botánico) es de todas las plantas que hay y uno conoce muchas clases de árboles, por ejemplo el lago, muchos animales, pues muchas plantas. Son museos donde uno mira (EI 249-251)			

En la EI se plantea que un museo es un lugar donde se exhiben colecciones de diversas temáticas y en el que se llevan a cabo otro tipo de actividades como la exploración y la investigación. Posteriormente, en la EF, se hace más énfasis en que el museo es un lugar que brinda información. Lo anterior deja ver cómo el museo, para la estudiante, cobra importancia como un espacio para el aprendizaje, no solo de escolares, sino de todo tipo de público. Se evidencia entonces una ampliación del lenguaje al usar dos nuevos conceptos, mediante los cuales generaliza lo que es el museo y para qué sirve, y hace énfasis en las posibilidades de aprendizaje que ofrecen estas instituciones, generadas de la experiencia de esta investigación.

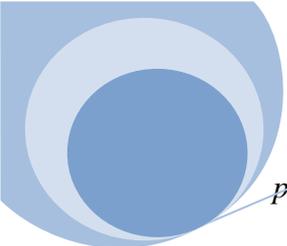
La idea previa de la estudiante ha ganado estatus desde el criterio de inteligibilidad, porque ha encontrado elementos para ampliarla, además, usa

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

explicaciones y ejemplos para definir un museo.

<i>¿Consideras que un museo es un lugar para el aprendizaje?</i>			
EI	EF	GI	GF
Depende del museo, en el Museo de Antioquia, uno aprende más de pintura y las esculturas, cómo las hacen y aprende más de historia, y... en un caso así (Jardín Botánico) aprende más de lo que lo rodea a uno, pues, los ecosistemas del planeta, las plantas, los animales (EI 260-264)	Al venir acá uno ve todos los ecosistemas y cambia como la manera de pensar que todo ha evolucionado y ya es diferente (EF 39-40)		
	No sabía que las plantas que están en el suelo son más grandes que las altas, y uno descubre eso al venir acá (Jardín Botánico) (EF 43-45)		
	Porque uno allá (museos), conoce cosas diferentes, cosas que jamás se ha imaginado, que no conocía y que interactúa, por ejemplo allí (Parque Explora) todas esas cosas que hay con el viento, uno interactúa y uno sabe (EF 306-309)		
Yo miro la exposición, pero me gusta saber también qué estoy mirando (EI 285-286)	Acá (Jardín Botánico) con las plantas, pues como las formas, cómo las afecta el sol (EF 311-312)		
	Cuando a uno le mencionan el Jardín Botánico uno dice: ah no, son puras plantas, pero cuando uno ya conoce como más a fondo todo, le cambia como la forma de pensar, porque es diferente, por ejemplo, cuando yo iba allí al bosque, yo qué me iba a imaginar que las plantas de arriba son más chiquitas por esto, pues a uno le cambia como... la visión por la información (EF 255-262)		

En esta tabla, hay ideas inteligibles, pues para la estudiante hay una claridad de lo que es un museo y su función, además se hace plausible porque se da cuenta, en especial en el Jardín Botánico, de que estos museos son útiles para aprender y dar mejores explicaciones a conceptos aprendidos en otros contextos. Se da cuenta del valor que tiene el museo para el aprendizaje, y en ello se hace fructífera la idea de las funciones del museo; de aquí que se haya dado un intercambio conceptual, esto se hace evidente, en el momento en el que dice: “uno allá (museos), conoce cosas diferentes, cosas que jamás se ha imaginado, que no conocía y que interactúa, por ejemplo allí (Parque Explora) todas esas cosas que hay con el viento, uno interactúa y uno sabe (EF 306-309)”



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

<i>¿Alguna vez has escuchado hablar sobre los museos vivos?</i>			
El	EF	GI	GF
Donde muestran cómo era todo lo del cuerpo humano (EF 253-254)	Porque este (Jardín Botánico) es un museo vivo donde hay ecosistemas, bueno sí, donde hay toda esta vida (EF 282-283)		

En la El se observa que la estudiante asocia los museos vivos con lugares donde se pueden encontrar seres vivos o partes de ellos, sin embargo, después de la aplicación de la unidad didáctica, en la que se hace uso del museo de ciencias Jardín Botánico, ocurrió un intercambio conceptual, porque, como se observaba en el análisis de la tabla anterior, se presenta una idea clara relacionada con conceptos nuevos, que además coincide con la definición de museo vivo como un lugar donde se coleccionan especímenes vivos.

6. CONCLUSIONES

El concepto de adaptación vegetal gana estatus porque la estudiante amplía el lenguaje y hace uso de nuevos conceptos para mejorar su explicación. Concibe la adaptación vegetal relacionada con los cambios climáticos que percibe, aunque permanece la idea de que éstos se dan en un corto plazo.

Los conceptos previos permanecen, sin embargo ofrece una mejor explicación a los nuevos fenómenos y problemas que se le plantean, dado que hay una apropiación, ampliación y mayor claridad de conceptos ya adquiridos y de nuevos conceptos presentados durante el estudio. En este sentido la idea gana estatus.

La evidencia nos dice que es más fácil adquirir un aumento en el estatus de las ideas por el criterio de inteligibilidad, que por los criterios de plausibilidad y fructibilidad, debido probablemente a que, para que se den estas condiciones, el concepto debe contar con argumentos sólidos, cuyos elementos sean claros, entendibles y aplicables a nuevos contextos y problemas por parte de los estudiantes.

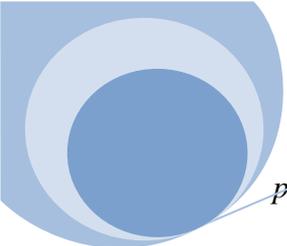
No hay reemplazo de conceptos sino una ampliación de la información que complementa las explicaciones dadas en las ideas previas del estudiante. El uso del museo es una herramienta importante para el aprendizaje de las ciencias, porque al final del proceso encontramos que la estudiante mejora las explicaciones de los conceptos que se le pretenden enseñar. Adicionalmente, los museos son fuente de una gran motivación, en visitas bien orientadas para el aprendizaje.

Después de aplicar una unidad didáctica en la que se hace uso del museo de ciencias como herramienta de aprendizaje, se evidencia un cambio en el estatus de las ideas sobre el aprendizaje en los museos, ya que le aporta a la estudiante elementos para reconocer estos lugares como espacios propicios para el aprendizaje y no sólo para el esparcimiento y la recreación como lo concebía inicialmente.

La idea de museo se hace inteligible, plausible y fructífera en cuanto la estudiante reconoce y explica qué es un museo vivo, le aporta situaciones semejantes a las del mundo real y le es útil para dar explicaciones a problemas reales y adquirir nuevos conocimientos.

Se recomienda a la Institución Educativa Javiera Londoño:

- Después del estudio, se hace evidente que se hace poco uso de esta herramienta de aprendizaje, por este motivo sería aconsejable que en la Institución Educativa Javiera Londoño, se aproveche la oferta museística ofrecida en el barrio Sevilla, para la formación de los estudiantes en el área de ciencias Naturales, programando salidas pedagógicas en su plan anual



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

de actividades, a estos importantes establecimientos de interés científico y cultural.

- El colegio debería proponer convenios a las instituciones museísticas, para fortalecer la formación de los estudiantes, estos convenios permitirían además de ahorrar recursos económicos, complementar las actividades académicas y experimentales que no es posible realizar en el colegio por falta de personal y presupuesto.

Se recomienda al Jardín Botánica de Medellín:

- Ofrecer sus programas en el área de educación a las instituciones educativas tanto oficiales como privadas, priorizando las instituciones en su área de influencia por su cercanía.
- Ofrecer el museo como lugar de prácticas y alfabetización de los estudiantes de los planteles educativos.
- Ofrecer talleres, seminarios y otros programas a los maestros en formación en la licenciatura en ciencias naturales de la Universidad de Antioquia.
- Vincular estudiantes destacados académicamente, en proyectos de investigación del museo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta Álvarez, D. A., Torres Arango, G. A., Olaya Pareja, D. E. (2009). La formación en física desde la sinergia entre la educación formal y los museos de cuarta generación. Tesis para obtener el título de Licenciado en Matemáticas y Física, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (2008). Grupos de trabajo AIMJB. España. Consultado el día 19 de Marzo de 2010. Extraído de: <http://www.jbotanicos.org/>

Bragança, F. & Lourenço, C. (1999). Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um Museu?. *Comunicar ciência*. 1 (3), 4-5.

Carvalho, D., Buzá, G. & Megid, J. (2009). Experiências de formação de professores em centros e museus de ciências no Brasil. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 118-136. Extraído de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART7_Vol8_N1.pdf

Duit, R. & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

Flóres, F. (2004). El Cambio Conceptual: Interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15 (3), 256-269.

Flórez Jiménez, V. N., Moreno Aldana, J. E. (2009). Aprender a enseñar ciencias vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Un estudio de caso. Tesis de maestría para optar al título de Magister en educación, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Founturbel, R. & García G. (2006). Jardines botánicos como museos de biodiversidad. *Revista In vestigium* (Especial museología y ecoturismo), 1 (3), 55-64.

Freitas, M. (1999). Os museus e o ensino das ciências. *Comunicar ciencia*, 1 (3), 1.

Gallego Madrid, D. E. (2006). Estrategia didáctica para promover el cambio conceptual en las concepciones alternativas que los niños tienen sobre las fases de la luna. Trabajo de grado para optar al título de licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

García, R. (1999). *Pioneros de la preocupación ambientalista*. Medellín: Sociedad de Mejoras Públicas de Medellín.

García Márquez, A. S. (2005). El jardín botánico como recurso didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 209-217

García Serrano, F. (2000). La formación histórica del concepto de museo. Consultado el 2 de julio del 2009. Extraído de: www.museoimaginado.com/TEXTOS/Museo.pdf

Guisasola, J., Azcona R., Etxaniz, M., Mujika, E. & Morentin, M. (2005). Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 19-32.

Guisasola, J. & Morentín, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (3), 401-414.

Guisasola, J., Solbes, J., Barragués, J. I., Moreno, A., & Morentin, M. (2007). Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 2-20.

Hernández Hernández, F. (1992). Evolución del concepto de museo. *Revista General de Información y Documentación*, 2 (1), 85-97.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (1991). *Enfoques en la investigación cualitativa*. En *Metodología de la investigación*. México : McGraw Hill.

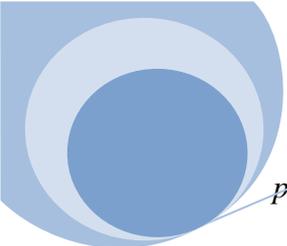
Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2000). *Enfoques en la investigación cualitativa*. En: *Metodología de la investigación* (2.^a ed.). México: McGraw Hill.

Hewson, P. W. & Beeth, M. E. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual: Ejemplos de fuerza y de movimiento. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (1), 25-35.

Hewson, P. W. (2007, 17 de febrero). Teaching for Conceptual Change. Conferencia realizada en American University of Beirut.

International Council of Museums. (2007). ICOM Statutes. Consultado el día 18 de Marzo de 2009. Extraído de: <http://icom.museum/statutes.html>

Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe (2009). Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe. Medellín. Documento sin publicar.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

Jorba, J. & Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: MEC.

Linarez, J. (2008). El museo, la museología y la fuente de información museística. Consultado el 31 de marzo del 2010. Extraído de: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v17n4/aci05408.pdf>

Martínez, J. & Acevedo J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.

Mayan, M. (2001). Una introducción a los métodos cualitativos: módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales [Versión electrónica]. México. Consultado el día 16 de junio de 2009. Extraído de: <http://www.ualberta.ca/~iiqm//pdfs/introduccion.pdf>

Mejía, L. (2006). Análisis del concepto de ecología conceptual. Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como cambio conceptual. Tesis de Maestría para optar al título de Magíster en educación, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Mestres, A. (2010). La utilización de los jardines botánicos como recurso didáctico: Planificación de una visita al Jardín Botánico Viera y Clavijo. Consultado el día 10 de Enero de 2010. Extraído de: <http://www.bgci.org/education/1702/>

Ochoa, S. (2010). Herramientas de aprendizaje. Programa EVA (Espacio Virtual de Aprendizaje). España. Disponible en: <http://www.portaleva.es/files/materiales/herramientas.pdf> [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2010].

Ortiz, A. & Pérez, D. (2007). EL papel del museo interactivo en la educación en ciencias naturales. Trabajo de grado para optar al título de licenciadas en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Otero, L. & Jiménez, M. (1985). Algunos problemas en el aprendizaje de las ciencias experimentales en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* (ejemplar dedicado a: Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas (1. 1985. Barcelona). 3 (Extra 1), 1-1985.

Pastor, María (2004). *Pedagogía museística, nuevas perspectivas y tendencias actuales*. Barcelona: Ariel.

Pérez, C., Díaz, M. Echevarría, I., Morentín, M. & Cuesta, M. (1999). *Centros de ciencia. Espacios interactivos para el aprendizaje*. Bilbao: Servicio editorial de

la Universidad del País Vasco.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Acomodación de un concepto científico. Hacia una teoría del cambio conceptual. En: Cañal de León, P., García Díaz, J. E., Porlán Ariza, R. (eds.) *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. (6.ª impresión, 1997, pp. 89-112). Madrid: Díada Editora, S.L.

Queiróz, G., Krapas, S., Valente, M., David, É., Damás E. & Freire F. (2002). Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: O caso dos mediadores do museu de astronomia e ciências afins/ Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*. 2 (2), 77-88.

Rave, L. & Mesa, N. (2009). Aprender a enseñar ciencias vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema reproductor humano. Tesis de maestría para optar al título de Magíster en educación, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Red Nacional de Museos. (s. f.). Qué es un museo. Consultado el 31 de marzo del 2010. Extraído de: www.museoscolombianos.gov.co

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). *Enfoques en la investigación cualitativa. Metodología de la investigación cualitativa*. Granada: Aljibe.

Rodríguez-Moneo, M., & Aparicio, J. J. (2004). Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 15 (3), 270-280.

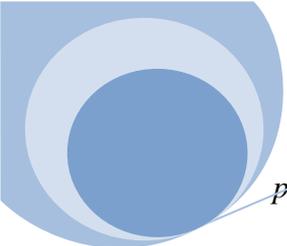
Soares, J. M. & Lopes, S. A. (1999). Importância dos Museus no Ensino Básico e Secundário. *Comunicar ciência*, 1 (3), 7.

Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 6 (1), 2-20.

Soto, C. (2003). *Un análisis de la producción científica sobre cambio conceptual en la educación científica, desde las perspectivas de Kuhn y Lakatos* [versión electrónica]. España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Valencia.

Stuchi, A. M., P. M. de Almeida, M. J. & Ribas N. R. (2009). A Relação Museu-Escola Segundo Pesquisadores da Área de Educação em Ciências. En: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES. Enero 26 a 30 (pp. 1-10). Brasil. Consultado el día 18 de Septiembre del 2009. Extraído de: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>

Taylor, S. J. & Bodgan, R. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados* (3ª reimpresión). Barcelona: Paidós.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

Ten Ros, A E. (s. f.). Los museos científico-tecnológicos. Un ensayo de clasificación por generaciones. IEDHC (Universidad de Valencia- CSIC). Consultado el día 4 de abril de 2010. Extraído de: <http://www.uv.es/ten/p64.html>

Torres, A. (1996). *Estrategias y técnicas de investigación cualitativa*. Bogotá: Facultad de ciencias sociales y humanas de Unisur.

Varie-Bohan, Hugues (1979). *Los Museos en el mundo*. Barcelona: Salvat. Salvat.

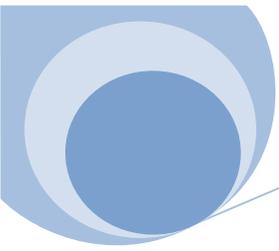
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

8. ANEXOS

ANEXO 1

CUADRO CORNOGRAMA DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Periodo	ACTIVIDADES	Semestre 1					Semestre 2					Semestre 3					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
FASE I CONSTRUCCION DEL MARCO TEORICO	Revisión de bibliografía	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Elaboración Estado del Arte sobre Museos de Ciencia.	x	x	x	x	x											
	Construcción del marco teórico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Elaboración de diagnóstico del museo y el colegio				x	x											
	Planteamiento de actividades de la unidad didáctica					x	x										
FASE II DEFINICION DEL PROBLEMA, CONSTRUCCION DE OBJETIVOS, INSTRUMENTOS	Planteamiento de la pregunta de investigación						x										
	Planteamiento del objetivo general y específicos						x										
	Elaboración de entrevistas previa y posterior a la aplicación de la unidad didáctica							x									
	Revisión de las actividades de la unidad didáctica							x									
	Construcción de marco metodológico: investigación cualitativa							x									
	Elaboración de guía para la salida al museo								x								
	Revisión de las entrevistas por los pares								x								
	Corrección de las entrevistas								x								
	Unidad didáctica finalizada								x								
	Construcción de los antecedentes									x							
	Construcción marco metodológico										x	x	x	x	x	x	x
Aplicación prueba piloto de los instrumentos de la investigación										x	x						
FASE III APLICACIÓN DE PRUEBA PILOTO, INSTRUMENTOS, RECOLECCION DATOS, ANALISIS DE RESULTADOS	Aplicación de los instrumentos de la investigación															x	
	Recolección de los datos arrojados por los instrumentos															x	
	Transcripción de entrevistas															x	x
	Sistematización de la información																x
	Construcción de categorías de análisis																x
	Análisis de la información																x



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 2

ENTREVISTA INICIAL

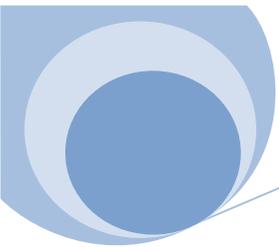
Objetivo: Indagar las ideas previas que tienen los estudiantes del 8º de la Institución Educativa Javiera Londoño con relación al concepto de adaptación de las plantas y sus conocimientos acerca de los museos.

Es importante tener en cuenta la enorme responsabilidad que acarrea cuidar la fauna y la flora no solo porque necesitamos de ella para vivir sino porque todo el sistema podría caerse si no cuidamos el delicado equilibrio en la cadena. Las plantas son esenciales como elemento primario de la cadena para el desarrollo de otras especies.

ENTREVISTA INICIAL

Tema específico

1. De acuerdo a la evolución ¿Cómo cree usted que cambian los seres vivos?
2. ¿Qué le podría pasar a una planta cuando las condiciones ambientales cambian?
3. ¿Para usted que es adaptación vegetal?
4. ¿Qué relación tienen las adaptaciones vegetales con la evolución?
5. ¿Qué adaptaciones conoce usted en las plantas?
6. ¿Qué relación encuentra usted entre las adaptaciones vegetales y los ecosistemas?
7. Considera usted que las plantas han desarrollado adaptaciones específicas de acuerdo a diferentes condiciones ambientales. De ejemplos
8. ¿Cómo son las plantas de tierra fría?
9. ¿Cómo son las plantas de desierto?



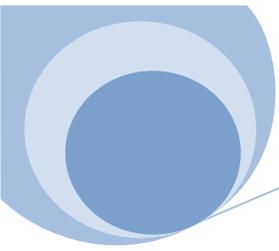
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

Conocimiento sobre museos, si los conoce

1. Cuando piensa en un museo, ¿Cuál es la imagen que se le viene a la mente?
2. ¿Para usted que es un museo?
3. ¿Qué tipo de museos conoces?
4. ¿Qué museos ha visitado?
5. ¿Qué es lo que mas le gusta de los museos?
6. ¿A que van las personas a los museos?
7. ¿Considera que el Parque Explora y el Jardín Botánico son museos? ¿Por qué?
8. ¿Alguna vez ha escuchado hablar sobre los museos vivos?
9. ¿Considera que se puede aprender en un museo?
10. ¿Lee usted las explicaciones de los módulos en los museos?
11. ¿A que le presta más atención en los módulos: dibujos, explicaciones, experiencias táctiles, visuales, auditivas, gustativas u olfativas?

Conocimiento sobre museos, si NO los conoce

12. Si no los ha visitado ¿Cómo se imagina que son?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 3

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA INICIAL

1- E1: ¿En qué grado estás?

2- A: 9º

3- E1: ¿Cuántos años tienes?

4- A: 15

5- E1: ¿En qué institución estudias?

6- A: Javiera Londoño

7- E1: Cuéntame una cosita, em... ¿Qué es para ti evolución?,

8- A: ¿Cómo?

9- E1: ¿Qué significa?, ¿qué se te viene a la mente?, ¿Con qué lo podrías
10- ejemplificar?... ¿Qué significado tiene para usted la palabra evolución?

11- A: Como la evolución de los... pues si, como de los ecosistemas, de la tierra

12- así y todo lo que hay en él, pues si, como de los seres vivos, todo.

13- E1: ¿Usted considera que la evolución es entonces un cambio o los

14- organismos siempre han sido como están ahora?

15- A: No, como están, pues o sea, todos son así, sino que... van como, como

16- cambiando pues a medida del tiempo, entonces ahí es como la, la evolución,

17- si

18- E1: ¿Siempre han sido así?

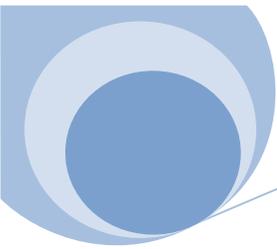
19- A: O sea, si pueden ser así pero pueden, o sea, son así, sino que pueden ir

20- cambiando con, con el paso del tiempo y de cosas, del medio ambiente y

21- así... ¿no?

22- E1: Por ejemplo, ¿esa tortuga que vimos ahorita, es iguala como era, era

23- igual hace 10.000 años?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

24- A: No pues, pues yo he visto que habían como unas grandes y diferentes
25- pues hay muchas como, ha habido como muchas clases de tortugas, pues
26- hay unas grandes y han habido unas mas diferentes y grandes ¿no?

27- E1: ¿Y pasa lo mismo con las plantas?

28- A: Ay profe! Yo creo, yo creo, yo creo

29- E1: Entonces, ¿cómo crees que cambian los seres vivos?

30- A: Ay profe, como con los cambios del medio ambiente ¿no?, si pues como a
31- pesar de los años y así ¿no?

32- E1: ¿De qué manera?, en su estructura, en las hojas, en el tallo, en las raíces,
33- ¿cómo crees?

34- A: Si, en eso y como en los organismos así ¿no? En las formas de ellas, pues
35- como el hábitat, como... como viven pues

36- E1: ¿Qué le podría pasar a una planta, cuando las condiciones ambientales
37- cambian?

38- A: Si es por ejemplo sol, se pueden quemar, pues, las hojitas se le queman,
39- yo he visto pues que si

40- E1: Cuando es una planta de tierra fría y pasa drásticamente de un día a otro
41- a tierra caliente

42- A: se puede como, pues si, pueden haber muchos cambios en la estructura
43- de la planta o pueden morir o pueden como, antes... volverse mejor, si

44- E1: Eso depende del cambio ¿no?

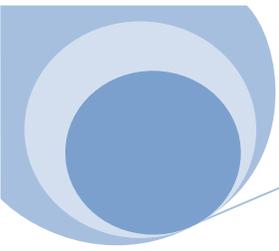
45- A: Si, depende como... si

46- E1: ¿Y qué es para usted adaptación?

47- A: Como adaptarse a los cambios ¿no?, si, adaptarse a los diferentes
48- cambios que hay.

49- E1: ¿Qué es adaptación vegetal?

50- A: Ay profe!, ay profe, yo no sé profe cuando las plantas se adaptan a todo,
51- pues si, lo de los suelos y todo, si, yo no sé



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

52- E2: ¿La cuatro? ¿Qué relación tienen las adaptaciones vegetales con la
53- evolución?

54- A: Ay profe!, es que me la puso muy difícil

55- E2: No...

56- A: No, que la... adaptación vegetal pues si, es como los, pues las plantas
57- adaptarse a los cambios, pues si donde viven pues de... si de su hábitat y en
58- la evolución... ay pro, pues que... las plantas... si pues como que el
59- ecosistema y todo va cambiando, entonces las plantas se adaptan, ay no sé,
60- así mas o menos, no sé, si.

61- E1: ¿Qué adaptaciones conoce usted en las plantas?

62- A: ¿Cómo así?, pues adaptación así, cuando está... ¿Cómo que se adaptan a
63- algo?

64- E2: ¿Le damos un ejemplo?

65- A: Ay si!

66- E2: Mire, cuando usted se va... digamos para la costa, ¿usted usa la misma
67- ropa que aquí? Cierto que no, ¿cierto?

68- A: no, no

69- E2: La ropa cambia completamente, entonces usted está buscando
70- adaptarse, buscando adaptaciones para estar allá, ¿si me hago entender? O
71- cuando usted se va para tierra fría, entonces usted se tiene que poner...

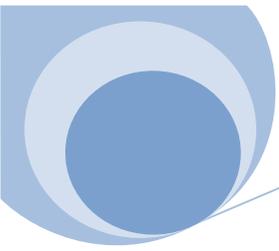
72- A: Un saco

73- E2: Dos o tres sacos, un gorro... si es muy frío, entonces, ¿si ves?
74- entonces... sucede con las plantas que ellas también

75- A: ¿Se adaptan como con los cambios climáticos o qué? si?

76- E2: Pues ellas se han adaptando y la pregunta es...

77- A: O que uno las pone, por ejemplo, las siembra en una parte y se adaptan
78- ahí ¿no?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

79- E2: Ellas se han adaptado... eso con muchas cosas, con muchas cosas

80- A: Por ejemplo si uno coge una planta de esas y se las lleva para la casa,
81- pues

82- E2: Claro ellas se han adaptado a muchas cosas

83- A: Se va a adaptar a lo de allá, pues si uno la cuida bien, o Si ¿es eso?

84- E2: Si pero espérate, ellas se han adaptado a muchas cosas, pero entonces
85- uno mirándolas, ¿qué adaptaciones identificas en ellas?

86- A: Pues, ay no, ¿cómo así?, pues si yo las miro ¿cómo así?, o sea, qué
87- cambios le encuentro como viven, ¿o qué?

88- E2: Claro, son adaptaciones...

89- A: Que ¿si? Con el clima o ¿qué?... por ejemplo en este momento, que si por
90- ejemplo en el verano se ven como quemadas y si se ven... y cuando reciben
91- así pues como la lluvia se ven como mejor, pues como que se... como que se
92- hidratan, yo no sé, si, si, pues si que... si

93- E2: Pues con otro ejemplo ya con una planta. Mire que, que estas plantas que
94- están ahí, mire esas de ahí, mire las hojas y tal, mire ese árbol, mide como 20
95- metros esa es una adaptación cierto, pues...

96- A: ¿Qué? ¿Pueden crecer? Si...

97- E2: Entonces de acuerdo a eso, ¿qué otras adaptaciones conoces?

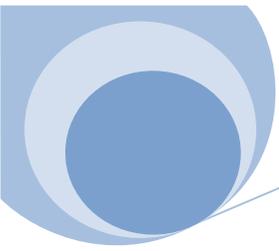
98- A: Ay profe yo no sé que...

99- E1: Por ejemplo, ¿son iguales las plantas que viven en el agua, que las
100- plantas que viven en un desierto o las que están en una selva?

101- A: No, no son iguales

102- E1: ¿Y en qué se diferencian?

103- A: Porque en una selva hay como árboles, pues si, grandes y muchas
104- plantas y en el agua no son, pues si, son grandes pero no como árboles y
105- son diferentes, pues y en un desierto pueden ser... pueden pues, haber



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

106- como menos plantas porque es un desierto ¿no?

107- E1: ¿Y porqué cree que pasa eso?, esas diferencias ¿por qué?

108- A: Ay profe, acá porque es como, pues hay muchas plantas ¿no?, entonces

109- pueden crecer y pueden haber árboles grandes y en el agua porque tienen

110- cosas, profe yo no sé, porque son del agua y yo no sé es como el medio de

111- ellas natural y en el desierto es como por ser como tan yo no sé, como tan

112- árido, yo no sé, si porque casi no hay casi como vida en un desierto

113- E2: Usted si sabe, entonces no diga “yo no sé”

114- E1: ¿Qué relación encuentra entre las adaptaciones vegetales y el

115- ecosistema en el que viven?

116- A: ¿Cómo así? Pues, o sea, que si se adaptan... donde viven las plantas,

117- ¿Que cómo se adaptan? Ay profe yo no sé, ni idea, un ejemplo, demen un

118- ejemplo porque es que no sé, no...

119- E1: Como le decíamos ahorita eh... mejor dicho, ¿Qué es para usted un

120- ecosistema?

121- A: Donde hay vida ¿no?, pues de plantas, de animales así...

122- E1: Pero entonces, ¿un desierto es igual a un bosque?

123- A: No porque un desierto es más árido, no hay casi vida

124- E2: Pero entonces, ¿un desierto es un ecosistema?, o no

125- A: Yo digo que si

126- E2: Claro

127- A: Pues porque allá viven animales, pues acá

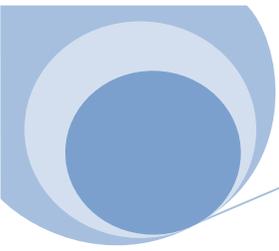
128- E2: Un bosque es un ecosistema también, un lago, también.

129- A: Si, porque tiene plantas y animales

130- E2: Exacto, entonces...

131- E1: Entonces ¿qué relación hay entre esos diferentes ecosistemas con las

132- plantas que viven ahí?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

133- A: Que las plantas, o sea, ay no, yo no sé que decir, es que no entiendo bien
134- esa pregunta. O sea ¿cómo se adaptan por ejemplo estas planta a este
135- bosque? Como con el suelo, pues que el suelo puede cambiar ¿no? Y ellas
136- se pueden como adaptar, la humedad, o... si como la humedad que reciben,
137- en como cambia la... como la estructura de la planta como con el clima y ya
138- yo no sé mas si ya, no se

139- E2: Si porque uno nunca en un lago pues, dentro de un lago no va a
140- encontrar un árbol, un árbol saliendo del agua pues, ¿cierto que no?, pero
141- hay plantas, en el lago hay plantas

142- A: Pero... si acuáticas, no son como éstas.

143- E2: Exacto, a eso nos referimos

144- E1: Bueno entonces, ¿usted considera que las plantas han desarrollado
145- adaptaciones específicas de acuerdo a diferentes condiciones ambientales?

146- A: Si porque ellas se han adaptado mucho al clima, por ejemplo el verano
147- pues unas se ven secas, pero hay unas que sobreviven

148- E1: ¿Como cuáles plantas?

149- A: Ay yo no se profe, árboles, de esas que son así como chiquitas, que les
150- da mucho el sol y un las ve pues si, como que mas por ejemplo en ese palo
151- se ven así, las hojas así quemadas, por ejemplo, entonces se adaptan si... al
152- clima y todo

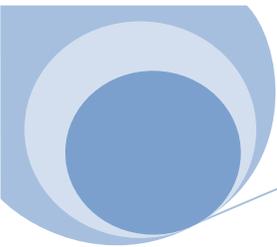
153- E1: ¿Cómo son las plantas de tierra fría?

154 A: Yo no se, yo las he visto y son como mas, se ven como mas sanas, como
155- con unos... se ven como todas, así como... como con si fueran atercio...
156- como si, como con terciopelo, se ven como mas, como mas sanas, yo no se,
157- que las...

158- E3: Y para que, es que, ¿para qué les ayuda esa, esa forma de las hojas a
159- las plantas aterciopeladas?, pues ¿para qué les sirve esa textura?

160- A: Como para protegerse mas, ¿no?, protegensen como mas de los cambios
161-¿no?

162- E1: ¿Y qué otras... qué otros ejemplo podrías dar de plantas de tierra fría?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

163- A: Son como mas, yo no se, mas abundantes, como que florecen mas, no se

164- secan así como éstas, yo no se, son como mas saludables, como que el

165- clima es como muy, como neutro

166- E2: ¿Y en cuanto al tamaño?

167- A: Y son mas, pues no son tan grandes yo las he visto y pero unas que son

168- mas o menos, son como un tamaño normal, yo no sé.

169- E3: Bueno ¿conoces plantas del desierto?, es decir, ecosistema de desierto

170- A: ¿Un cactus es una planta?

171- E2: Si

172- A: Un cactus

173- E3: Y si ves un cactus, el cactus se ve menos, eh... con menos vitalidad que

174- una de tierra fría o se ve igual de...

175- A: No, se ve como mas, yo no se como así con menos vitalidad si yo no se

176- E1: Y como... descríbame una planta de tierra fría y una planta de tierra

177- caliente o de un desierto

178- A: Pues yo he visto unas que, que son como... se llama creo que ¿curazao?

179- no se y es de tierra caliente, pues la he visto mucho allá y hay unas rosaditas

180- y otras blancas.

181- E1: Y ¿cómo son?

182- A: Ay profe son, son unas hojitas, o sea es como una cosa así, que es como

183- una forma así y son muchas hojitas así pegaditas de esas verdes, como

184- esas verdes así y son pegadas y eso se... eso a veces cuelga y... cuando

185- hay mucho verano ahí mismo se queman, pues se ven muy quemadas y de

186- tierra fría son como unas bolitas así y son pues de diferentes colores a veces

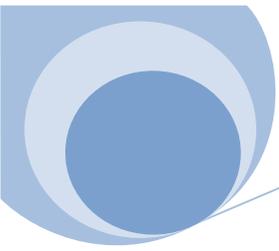
187- rosadas como unas... como unas bolitas así llenas, llenas de flores,

188- de pétalos pues y ya no me acuerdo de nada

189- E2: Y las de desierto, comparándolas con las...

190- A: Yo he visto un cactus

191- E2: ¿Cómo es un cactus?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

192- A: Es como... es todo como grande, es como unas formas así, y es lleno de
193- unos cositos

194- E2: Así ¿cómo?

195- A: Es como con unas cosas así, es como así, así... es como con unas como
196- con unos tronqui...

197- E2: Compárelo con algo

198- A: Hay como unos tronquitos, y tienen, son así como con mañita, pues se
199- ven como con cositos a los lados y son llenos como de unos chusitos, como
200- de unas cositas

201- E1: Bueno entonces cuéntame una cosa. Cuándo usted piensa en un
202- museo, ¿cuál es la primera imagen que se le viene a la mente?

203- A: Pero es que hay muchas clases de museos ¿no?, pues por ejemplo...hay
204- así como de pinturas, de esculturas, hay como de figuras así, pues por
205- ejemplo yo la otra vez fui a uno donde habían partes del cuerpo humano, por
206- ejemplo es depende como del museo, si a uno le dicen que es de biología
207- uno se imagina como plantas y cosas, o de... por ejemplo si es el Museo de
208- Antioquia uno le dicen eso, entonces uno se imagina como que esculturas y
209- cuadros, yo no se.

210- E1: Y entonces ¿qué es para usted un museo?

211- A: Como donde hay como, pues o sea, donde un artista o pues si, o una
212- persona muestra como todo, por ejemplo cuando es así como del cuerpo
213- humano muestran las partes del cuerpo humano, como de investigación,
214- como para uno, pues si, como saber y darse cuenta así de cosas, para eso
215- es un museo, como para uno mirar y explorar ¿no?

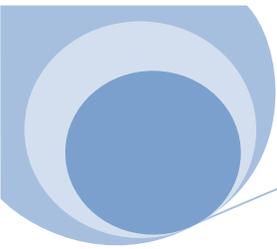
216- E1: ¿Qué tipo de museos conoces?

217- A: Pues ese que es del Museo de Antioquia y uno donde habían partes así
218- como, como de plantas y seres pues como partes de un ser humano, pero
219- no se el nombre, no, no sé

220- E2: Y el Museo de Antioquia es un museo de qué, ¿qué hay allá?

221- A: Como de esculturas, pues si como de cuadros, como pinturas yo no se,

222- E1: Bueno entonces, conoces un museo como de esculturas y ¿de que otros



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

223- tipos conoces?

224- E2: Fuera del de Antioquia

225- A: Esos de... pues donde habían partes de seres humanos y por ejemplo

226- uno allí, en el planetario de la evolución pues que cómo ha evolucionado el

227- ser humano y las estrellas, y si.

228- E1: Y entonces que museos has visitado

229- A: El museo de Antioquia el del planetario y uno pero es que no, no me le sé

230- el nombre, yo creo que es como... en esa biblioteca que hay como... por el

231- parque de las luces yo creo que es esa pero no... pues allá había la otra vez

232- una exposición de eso, no se si ya hoy en día está todavía.

233- E2: Ah! la de BODY

234- A: La de BODY

235- E2: Claro pero es que eso no es un museo sino que allá fue la exposición.

236- A: Yo no se, pues si he visto muchas cosas allá

237- E2: No conteste

238- E1: Eh... cuéntame, ¿Qué es lo que mas te gusta de los museos?

239- A: Como, pues, las... todo como unas pues explorar las cosas ahí que son

240- nuevas para uno, pues ver todo me gusta, pues ver todo

241- E1: ¿Y a qué van las personas a los museos?

242- A: A aprender, pues a investigar... si como a conocer más cosas de... pues

243- de la vida

244- E1: ¿Consideras que el Parque Explora y el Jardín Botánico son museos?

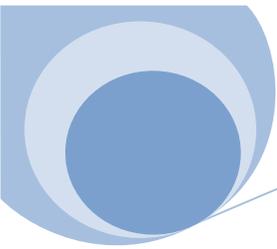
245- A: Si

246- E1: ¿Por qué?

247- A: Porque por ejemplo allá uno... pues uno va allá y le enseñan cosas así

248- como de física pues si como... de biología y de la física entonces si uno

249- aprende mucho allá y ve cosas nuevas y este es como de todas las planta



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

250- que hay y uno conoce como muchas clases de árboles, por ejemplo el lago

251- muchos animales pues muchas plantas si son museos donde uno mira

252- E1: ¿Alguna vez has escuchado hablar sobre los museos vivos?

253- A: No... no son los del, como... pues, donde hay muestran disque... como

254- era el... todo lo del cuerpo humano, no sé, ¿cierto que no?, a no entonces

255- no.

256- E2: No porque ahí están mostrando un muerto

257- A: Pero muestran como la vida, yo no sé

258- E2: Ah no, pero museos vivos... no

259- E1: ¿Qué considera que se puede aprender en un museo?

260- A: Depende del museo ¿no?, por ejemplo, en uno de pint... pues el museo

261- de Antioquia uno aprende como mas así como de pintura, y las esculturas

262- pues como las hacen, y aprende más de historia ¿no?, pues y... en un caso

263- así aprende mas como de lo que lo rodea a uno, pues los ecosistemas del

264- planeta, las plantas, los animales.

265- E1: ¿Usted lee las explicaciones que hay al lado de los módulos de los

266- museos, que hay al lado de las exposiciones?

267- A: Si yo si he leído, pues no todas pero si he leído

268- E1: ¿Y cuáles son las que lee?

269- A: Pues yo he visto, por ejemplo cuando fuimos al planetario como

270- evolucionaba el hombre y lo de las estrellas, esa, esas he visto

271- E1: Y entonces ¿a qué le presta mas atención en un módulo: los dibujos, las

272- explicaciones o le interesan los módulos por que le permiten tocar, oler, ver?

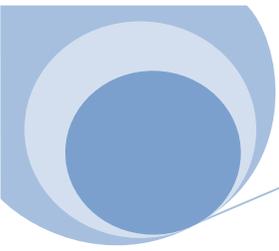
273- A: Los módulos y como la explicación del, pues que, las dos cosas, pues si

274- E2: ¿Cuáles?

275- A: O sea verlos y tocar, y la... y como ver que significan

276- E1: Y a que le presta más atención, por ejemplo usted va al Parque Explora

277- ¿Qué le llama más la atención?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

278- A: ¿De lo que he ido a ver allá?

279- E1: Si

280- A: Ay yo no se profe es que son muchas cosas, por ejemplo lo de la física, la

281- otra vez había como un aparatico ahí y uno miraba pues como lo de la

282- gravedad y todo eso, me gusta pues como eso y ya y los animales que hay

283- allá, pues como viven

284- E1: Pero digamos te fijas en la exposición como tal pero casi nunca lee el

285- A: No yo miro pues la exposición pero me gusta saber pues también que

286- estoy mirando pues, ¿si me entiende?

287- E1: No mirar por mirar

288- A: Si sino que mirar que, de que se trata

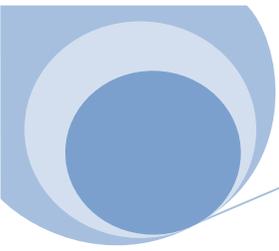
289- E2: Y si le permiten tocar, probar, ¿le gusta? Pues...

290- A: ¿Cómo así? Tocar todo, si, pero también depende por ejemplo si son

291- animales hay animales que no tocaría, si también depende eso depende

292- E2: Claro

293- E1: Bueno, muchas gracias señorita.



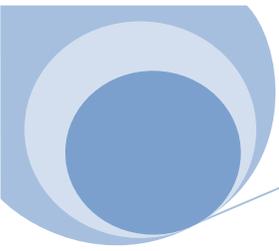
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 4

ENTREVISTA FINAL

Tema específico

10. ¿Usted cree que los seres vivos fueron creados en algún momento por alguna fuerza superior y desde entonces no han cambiado o son producto de un proceso muy largo de evolución desde unas moléculas orgánicas simples hasta organismos complejos?
11. ¿Usted cree que la evolución conduce a que un organismo sea más bonito, mejor adaptado o más complejo o también puede llevar a la extinción?
12. ¿Consideras que la forma como entendías el proceso de evolución y adaptación en plantas ha cambiado luego de haber visitado el jardín botánico y de observar y comparar los diferentes ecosistemas? ¿De qué manera?
13. Según lo que hemos visto, ¿qué entiendes por adaptación?
14. ¿Para usted que es adaptación vegetal?
15. ¿Qué relación tienen las adaptaciones vegetales con la evolución?
16. ¿Qué es un ecosistema?
17. ¿Qué relación encuentra usted entre las adaptaciones vegetales y los ecosistemas?
18. En la visita al jardín Botánico y con los videos presentados, ¿qué adaptaciones pudiste identificar?
19. De estas adaptaciones, ¿cuáles te llaman más la atención? ¿Por qué?
20. ¿Qué le podría pasar a una planta cuando las condiciones ambientales cambian?
21. ¿Considera usted que las plantas han desarrollado adaptaciones específicas de acuerdo a diferentes condiciones ambientales? De ejemplos

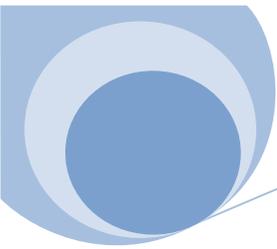


El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

22. ¿Cómo son las plantas de tierra fría?
23. ¿Cómo son las plantas de desierto?
24. De los ecosistemas que visitamos en el Jardín Botánico, elige uno, e identifica algunas adaptaciones en las plantas.
25. Compara esas adaptaciones con las identificadas en los otros dos ecosistemas
26. ¿Por qué para el hombre ha sido tan importante estudiar y conocer a evolución y adaptación de las plantas?

Conocimiento sobre museos, si los conoce

13. Cuando piensa en un museo, ¿Cuál es la imagen que se le viene a la mente?
14. ¿Para usted que es un museo?
15. ¿Qué tipo de museos conoces?
16. ¿A que van las personas a los museos?
17. ¿Considera que el Parque Explora y el Jardín Botánico son museos? ¿Por qué?
18. ¿Alguna vez ha escuchado hablar de un museo de ciencias? ¿has visitado alguno?
19. ¿Alguna vez ha escuchado hablar sobre los museos vivos?
20. ¿Considera que un museo es un lugar para el aprendizaje? ¿por qué?
21. En tu colegio se hacen salidas pedagógica a los museos?
22. ¿cuál o cuales han visitado? ¿Con qué objetivo?

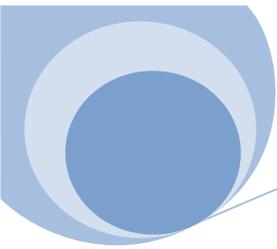


El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 5

TRANSCRIPCIÓN ENTREVISTA FINAL

- 1- **E1:** A, ¿usted cree que los seres vivos fueron creados en algún momento por alguna fuerza superior y desde entonces no han cambiado o son producto de un proceso muy largo de evolución desde unas moléculas orgánicas simples hasta organismos complejos?
- 2- alguna fuerza superior y desde entonces no han cambiado o son producto de un proceso muy largo de evolución desde unas moléculas orgánicas simples hasta organismos complejos?
- 3- un proceso muy largo de evolución desde unas moléculas orgánicas simples hasta organismos complejos?
- 4- hasta organismos complejos?
- 5- **A:** Pues yo creo que fueron creados por una fuerza superior y han evolucionado ¿no?, pues fueron creados por una fuerza superior y han evolucionado, ya si, púes si yo...
- 6- evolucionado ¿no?, pues fueron creados por una fuerza superior y han evolucionado, ya si, púes si yo...
- 7- **E1:** Entonces tú aceptas que han evolucionado aunque fueron creados
- 8- **A:** Si o sea, ellos fueron creados por una fuerza superior pero han evolucionado y así...
- 9- **E1:** ¿Usted cree que la evolución conduce a que un organismo sea más bonito, mejor adaptado o más complejo o también puede llevar a la extinción?
- 10- bonito, mejor adaptado o más complejo o también puede llevar a la extinción?
- 11- **A:** Yo creo que depende como del organismo ¿no?, pues como evolucione, depende de cómo evolucione si, si puede ser mas bonito o mas complejo
- 12- depende de cómo evolucione si, si puede ser mas bonito o mas complejo
- 13- eso, pues si ya me parece que si eso depende
- 14- **E1:** ¿Por qué podría extinguirse?, pues en ese proceso de evolución
- 15- **A:** Por diferentes, pues como por... según como... las circunstancias que tenga el organismo si son malas las condiciones como para la...
- 16- **E1:** O sea que la evolución no siempre conduce a cosas buenas
- 17- **A:** No porque de pronto puede haber cosas contraproducentes ¿no? O puede, puede ser un animal bonito y se puede volver feo, si pues, puede ser más,
- 18- puede ser un animal bonito y se puede volver feo, si pues, puede ser más,
- 19- puede ser malo para él.
- 20- **E1:** ¿Consideras que la forma como entendías el proceso de evolución y adaptación en plantas ha cambiado luego de visitar el Jardín Botánico y observar y comparar los diferentes ecosistemas?
- 21- adaptación en plantas ha cambiado luego de visitar el Jardín Botánico y observar y comparar los diferentes ecosistemas?
- 22- observar y comparar los diferentes ecosistemas?
- 23- **A:** ¿Qué si han cambiado? ¿La evolución?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

24- E1: No

25- A: Pues ¿que si han cambiado las plantas?, acá pues me parece han
26- cambiado...

27- E1: No, no que ha cambiado... A ver, a ver, no. Otra vez... ¿Consideras que
28- la forma como entendías el proceso de evolución y adaptación en las plantas
29- ha cambiado? No lo que ha cambiado es la forma tuya de entender después
30- de haber visitado el jardín botánico y de observar y comparar los diferentes
31- Ecosistemas

32- A: Si, porque no

33- E1: ¿De qué manera?

34- A: Pues porque uno descubre cosas pues que no veía por ejemplo la
35- evolución de las plantas, por ejemplo los helechos que pues han
36- evolucionado y yo pues personalmente creía... yo pensaba que siempre
37- eran de la misma forma ¿si me entiende?, y ya uno entiende cómo han
38- cambiado pues, o sea que han evolucionado mucho, pues ¿si me entiende?,
39- al venir acá uno ve todos los ecosistemas y cambia como la manera de
40- pensar que todo ha evolucionado y ya es diferente.

41- E1: Pero tu puedes poner un ejemplo?

42- A: El de los helechos, yo pensaba que no... pues que siempre eran iguales y
43- han cambiado mucho y que la... yo también pensaba que pues, no sabía
44- que... pues que las plantas pues que están en el suelo son mas grandes que
45- las altas, pues y uno descubre eso al venir acá, uno descubre eso.

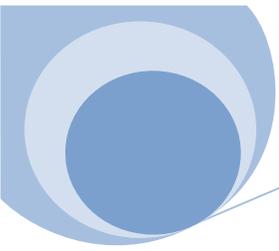
46- E1: Entonces según lo que hemos visto, ¿qué entiendes por adaptación?

47- A: Que las plantas se adaptan a donde están, por ejemplo: el terreno, la luz.

48- E1: ¿Qué más?

49- A: La temperatura, si, que se adaptan y pueden tener pues como... adaptarse
50- al tamaño, todo, pues si al sol, se adaptan a la lluvia, a todo, al agua.

51- E1: ¿Para usted qué es la adaptación vegetal?



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

52- A: ¿Adaptación? No es cuando las plantas se... es la adaptación a las plantas

53- pues en... así al terreno todo ¿no? La luz pues la adaptación a todo lo que la

54- rodea a su ecosistema o sea si las plantas adaptasen en si como al terreno

55- donde vive si, al ecosistema en donde viven

56- E1: ¿Qué relación tiene la adaptación vegetal con la evolución?

57- A: Que la evolución es mas como no, la evolución, que la cual es como el

58- desarrollo de las... pues de las plantas y de todo, entonces, por ejemplo las

59- plantas se adaptan al sol, por ejemplo un ejemplo: cuando la planta necesita

60- el sol, entonces se adaptan al árbol, pues si se ve... se adhiere al árbol como

61- para encontrar el sol, esta así relacionado, entonces va evolucionando la

62- planta, se va volviendo como mas grande y va evolucionando va creciendo la

63- planta al adherirse al tronco y buscar como la adaptación al sol ¿no?

64- E2: ¿Como qué plantas?

65- A: Ay no me le se el nombre pero es una pues no me le se el nombre pero es

66- como una cosita así mucha que se le adhiere al tronco pero no me le se el

67- nombre pero podría estar relacionado ¿cómo? ¿el qué?

68- E1: Unas enredaderas

69- A: Si que, pues podría estar relacionado así porque ella crece y va

70- evolucionando y pues si mientras crece podría como volverse diferente,

71- desarrollarse mas y adaptarse a subirse

72- E1: ¿Qué es un ecosistema?

73- A: Es un lugar donde hay seres vivos, organismos bióticos y abióticos si pues

74- por ejemplo el agua esta lleno de peces de plantas pues ese es un

75- ecosistema donde hay muchos organismos vivos.

76- E1: ¿Qué relación encuentran entre las adaptaciones vegetales y el

77- ecosistema?

78- A: Ay no se ay no se... adaptaciones vegetales... por ejemplo el del bosque,

79- pues que las plantas se adaptan pues a la lluvia con los que ellas tienen, con

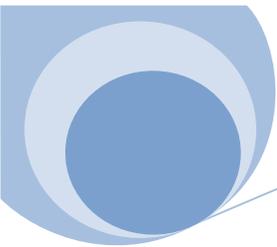
80- los canales. Y en todo el ecosistema las plantas se adaptan a la lluvia, a la

81- temperatura pues que hace bueno así, ya depende de la plana si es alta o

82- baja entonces se... se, se adapta, se adapta todo el ecosistema, por ejemplo

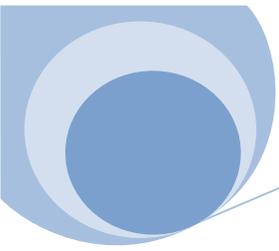
83- el lago yo no... se puede adaptar con la lluvia, los animales que hay ahí, y

84- todos los animales... pues como construyen al ecosistema.



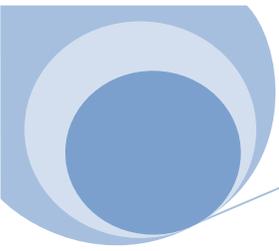
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 85- E1:** En la visita al jardín botánico, y con los videos presentados ¿Qué
86- adaptaciones pudiste identificar?
- 87- A:** Ay, a ver a ver... adaptaciones, yo me acuerdo de una de ayer que era lo
88- de los árboles, lo del agua que... si que le tiraban mucha agua y que si, el
89- agua era en toda la planta... yo no sé, es que no, pues yo no sé como decir, o
90- sea, que ese señor le tiraba como con la manguera pues lo de los videos de
91- ayer, entonces la planta como que cogía esa agua y por los poros salía, yo no
92- sé como hacía, así entendí yo
- 93- E1:** Pero ¿y aquí en el jardín?
- 94- A:** Qué adaptaciones...
- 95- E1:** Has visto aquí
- 96- A:** Adaptaciones. Ay yo no sé, por ejemplo la... una adaptación de una planta
97- aquí... pues podría ser la, la temperatura en este momento ¿no?, pues se
98- adapta a...
- 99- E1:** Por ejemplo imagínese... escoja uno de los tres ecosistemas que hay,
100- escoja uno
- 101- A:** El del bosque ¿no?
- 102- E1:** Bueno
- 103- A:** Pues que se ha adaptado al clima, pues es húmedo pero de todas
104- maneras ha habido mucho calor y pues si, y se ha adaptado mucho al
105- clima que hay y si pues, se ha adaptado al clima
- 106- E1:** O sea que, las plantas de un ecosistema húmedo tienen características
107- ¿Cómo cuáles? ¿Como cuáles por ejemplo?
- 108- A:** Por ejemplo los árboles grandes, los árboles grandes que hay
109- oscuridad...pues que son tan grandes que es oscuro, las plantas que están
110- abajo y las que están arriba, por ejemplo en el lago hay solo plantas
111- acuáticas y en el desierto están los cactus que son llenos de chucitos, si
112- ¿no? Llenos de chucitos
- 113- E2:** ¿Y esos chucitos cómo se llaman?
- 114- A:** Ay no me acuerdo, pero si me le se el nombre, pero no me acuerdo en



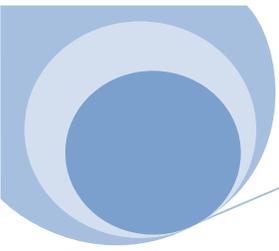
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 115- este momento
- 116- **E2:** ¿Y a qué parte de la planta corresponden esos chucitos? ¿Esas
117- espinas?
- 118- **A:** Ay yo los he visto en toda la planta
- 119- **E2:** Pero que parte: tallos, raíces...
- 120- **A:** A las hojitas ¿no? Yo lo he visto como por fuera, como en la parte de
121- afuera, como en la parte de afuera como si, sobresalen más, si como en las
122- hojas
- 123- **E1:** ¿Qué podría pasarle a una planta cuando las condiciones ambientales
124- cambian?
- 125- **A:** Pues por ejemplo hay o sea puede sobrevivir, por ejemplo el cactus
126- puede sobrevivir si guarda el agua, o sea, si por ejemplo llueve, entonces
127- el coge el agua, el la guarda, entonces si hace mucho verano el puede
128- como aprovechar el agua. A ver otra cosa, lo de si, pues que queda como
129- la... o sea que la planta siempre está, estas plantas... lo que estábamos
130- viendo ayer, lo de la manguera, que siempre son húmedas pero que liberan
131- un poquito de... pues, no liberan toda el agua que tienen entonces que,
132- pues me imagino que aprovechan ¿no? Y si está lloviendo mucho eh...
133- pues y de agua pues si le hace daño pues si el impacto del agua entonces
134- ellas tienen los canales pues se pueden proteger así: aprovechando el
135- agua que guardan o si hace mucha lluvia por las venitas o canales que
136- ellas tienen pueden como pues protegerse así.
- 137- **E1:** Otra vez, ¿cómo son las plantas de tierra fría?
- 138- **A:** A ver yo he visto las que son como... hay unas muy coloridas y hay
139- unas que son como con una flor muy llena, llena de... flores yo no se es
140- llena, llena, llena, otras que son como de terciopelo y otras que son como...
141- como con un palito y lleno de unas cositas. Yo he visto unas que son
142- muchas y son unas, unas y en vez de hojitas tiene como palitos así, como
143- semejando a hojitas, son unas cositas así como una especie de hojitas
144- pero es un palito como con unas florecitas chiquiticas así verde, verde yo
145- he visto mucho la planta del frijol en tierra fría y la del chócolo también la he
146- visto mucho y la de las moras y ya
- 147- **E1:** ¿Cómo son las de desierto, las plantas de desierto?



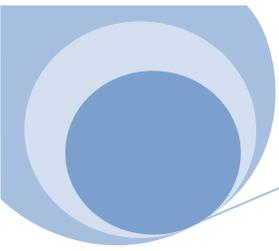
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 148- A:** Son cactus y pues yo he visto unas como unas pero tienen como
149- espinas, pues tienen como esos cositos, la que si todas tienen eso y hay
150- unas que tienen unas flores, pero unas poquitas pero las que he visto todas
151- tienen chuzos, pues como cosas así
- 152- E1:** ¿Y en la forma de la planta?
- 153- A:** ¿La del desierto? Es como, es como un tronquito como unos bracitos y
154- hacen como unas formas así como un... como piezas de rompecabezas he
155- visto yo y llenas chuzos si son como ásperas, como secas, como duras,
156- ásperas así
- 157- E1:** De los ecosistemas que visitamos en el Jardín Botánico elije uno
- 158- A:** El lago
- 159- E1:** Identifica algunas adaptaciones en las plantas del lago
- 160- A:** A ver, ay yo no se... plantas del lago... que se han adaptado a los
161- animales ¿no? Pues sí, a ver yo no se mas, no se mas
- 162- E1:** ¿Pero porqué a los animales?
- 163- A:** Porque hay muchos animales ¿no? También como el nivel del agua...
- 164- E1:** O sea que ellos se defiende de los animales de alguna manera, ¿es
165- por eso o qué?
- 166- A:** Si el nivel del agua ¿no?
- 167- E1:** ¿Cómo son esas plantas que vistes en el lago?
- 168- A:** Son así esas aled... ¿no es? ¿No hay alodeas? Yo creo que hay
169- alodeas cierto
- 170- E1:** Son alodeas si
- 171- A:** Bueno si
- 172- E1:** Pero las que vistes así en la superficie, ¿Cómo son? Recuérdalas
- 173- A:** Son como una cosita larguita, larguita y eso se mueve pues obviamente
174- por el agua y listo eso y otras grandes, grandes y también las donde, las
175- que... esas que dibujan con sapos, esas que dibujan con los sapos



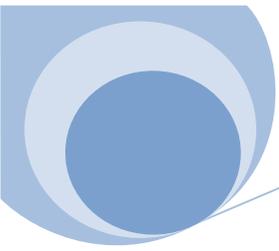
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 176- E1:** Aja! Lotos
- 177- A:** Bueno si y esas
- 178- E1:** Bueno y ellas que están hundidas o están flotando
- 179- A:** Hundidas y las lotos
- 180- E1:** El loto
- 181- A:** Ah no, están flotando pues o sea, como por ejemplo los patos las
182- corren, vuelan encima de ellas, pues demás que se han adaptado a los
183- patos ¿no?, porque ellos vuelan encima de ellas, las hunden pues si, y el
184- nivel del agua ¿no? Pues, también influye el nivel del agua
- 185- E1:** Bueno, compara esas plantas acuáticas con las del desierto y las del
186- bosque. Compárelas, ¿qué diferencias encuentra o que semejanzas? ¿Por
187- qué no?
- 188- A:** Pues que las del bosque de allí pues son grandes, pues las que uno ve
189- visibles porque las otras, medio uno las ve pues, las visibles son muy
190- grandes, las de allí son como una cosita larguita
- 191- E1:** Son muy pequeñas
- 192- E2:** ¿Allí donde?
- 193- A:** Pues las del lago
- 194- E1:** Las del lago
- 195- A:** Pues son como así, como una, pues así como esa cosa pero... o sea si
196- son pero diferente pues, o sea así de larga y son diferentes, también esta
197- la de allí que son como una hoja grande pues es muy semejante a la de allí
198- que son hojas grandes como del mismo color, y las de... en cambio las del
199- desierto son diferentes porque son ásperas...
- 200- E1:** Claro es interesante...
- 201- A:** Y con chuzos y así son muy diferentes y que pues, las de allí hay unas
202- que florecen y las del lago no, pues no florecen, pues las de encima, las de
203- encima del agua, pero las acuáticas, las acuáticas no, pues yo no creo,
204- ellas no florecen



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 205- E1:** Pero esos lotos tenían flores
- 206- A:** No pero las acuáticas
- 207- E1:** Ah ya! Las que están debajo del agua
- 208- A:** Por eso si, las que están debajo del agua
- 209- E1:** No, porque todas son acuáticas, pero hay unas que están debajo del
210- agua, o sea, ¿Cómo se les dice? Sumergidas
- 211- A:** Que pueden tener semejanzas con éstas y diferencias, en cambio con
212- las del desierto que todas pueden florecer, esas es la semejanza, pues que
213- florecen
- 214- E1:** Aja! y ¿que diferencias con las del desierto?
- 215- A:** Que estas son como, como pues tienen como un color mas llamativo,
216- en cambio... y son como, no son de... no son así como las de allá que son
217- ásperas sino que son así como mas suaves como mas aterciopeladas, en
218- cambio las de allá son ásperas son como duras y llenas de chuzos y donde
219- las toque uno, si ¿no? Si, éstas se pueden tocar
- 220- E1:** ¿Por qué para el hombre ha sido tan importante estudiar y conocer la
221- evolución y adaptación de las plantas? ¿Por qué crees que esto ha sido tan
222- importante para la humanidad?
- 223- A:** Pues como para preservar el medio ambiente ¿no? Porque las plantas
224- son muy importantes para el medio ambiente, y también... pues yo he
225- escuchado que, hay unas plantas que cuidan mucho como para sacar
226- antídotos también como para... como para que sean como si, antídotos y
227- para preservarla ¿no? Y para saber su origen, cómo han evolucionado
228- ¿no?
- 229- E1:** Eso y
- 230- A:** Y también como para... si por ejemplo las del lago, esas plantas son
231- necesarias porque hacen parte de esos ecosistemas donde hay tantos
232- animales, entonces pues las han estudiado como para saber pues si...
- 233- E1:** Como su... su función



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

234- A: Si su función y también los antídotos, pues yo he escuchado de muchas
235- plantas medicinales, para eso ¿no? Si

236- E1: ¿Algo más?

237- A: No ya

238- E1: ¿Quiere agregar algo más a la entrevista?

239- A: No

240- E1: Otra vez los museos. Cuando piensas en un museo, ¿Cuál es la
241- imagen que se te viene a la mente?

242- A: Esculturas, pues como conocer, por ejemplo el museo de Antioquia a
243- uno se le viene a la mente pinturas, esculturas, el de allí: ciencia, se le
244- viene como la ciencia, la física, por ejemplo como este: las plantas, la
245- biología ¿no?, los seres vivos. Eso se le viene a uno a la mente

246- E1: ¿Para usted que es un museo?

247- A: Como un lugar donde hay como información, pues si me entiende, un
248- lugar donde hay conocimiento para la gente, que brinda conocimiento e
249- información para la gente

250- E2: Estefanía usted considera que su concepción de los museos a cerca
251- de los museos ha cambiado después de venir a visitar este museo a
252- conocer

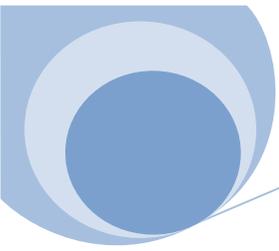
253- A: Si, pues si

254- E2: ¿Por qué?

255- A: Pues por ejemplo esto, cuando a uno le mencionan el Jardín Botánico
256- uno dice a no son puras plantas, pero cuando uno ya conoce como más a
257- fondo todo pues le cambia como la, pues la forma de pensar, porque es
258- diferente, por ejemplo cuando yo iba allí al bosque y yo que me iba a
259- imaginar que si, las plantas de arriba son mas chiquitas por esto, pues a
260- uno le cambia como...

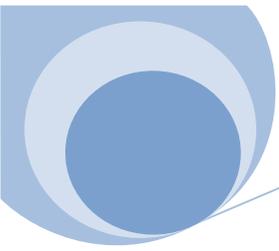
261- E1: Claro la visión

262- A: Claro, por la información



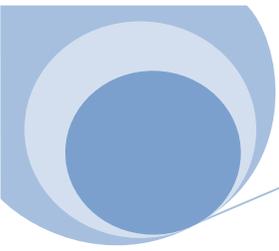
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 263- E1:** ¿Qué tipos de museos conoces?
- 264- A:** El de allí
- 265- E1:** ¿Cómo se llama? ¿El de allí cómo se llama?
- 266- A:** El planetario y el Parque Explora
- 267- E1:** El Planetario y el Parque Explora...
- 268- A:** Y ahí también hay también unas cosas como de ciencia en el parque de
269- los deseos, el museo de Antioquia y uno que... pero uno que había en la
270- biblioteca, uno nuevo, uno que había en una biblioteca como que queda
- 271- E2:** El de UNE
- 272- A:** Parque de las luces, pues que había una cosa de cómo era el ser
273- humano antes
- 274- E1:** Ah pero eso fue una exposición, eso no es un museo
- 275- A:** Bueno yo no sé yo he visto esos
- 276- E1:** Y que le falta
- 277- A:** Y este, este ¿no? Si
- 278- E1:** Exacto este es un museo vivo. ¿Considera que el Parque Explora y el
279- Jardín Botánico son museos?
- 280- A:** Si
- 281- E1:** ¿Por qué?
- 282- A:** Porque este es un museo vivo donde hay ecosistemas, bueno si, donde
283- hay pues si toda esta vida, todo. Y el Parque Explora porque hay... porque
284- es un museo de ciencias y física y ya
- 285- E1:** ¿Alguna vez has escuchado hablar de un museo de ciencias?
- 286- A:** El Planetario y el Parque Explora
- 287- E1:** ¿Pero los has visitado?



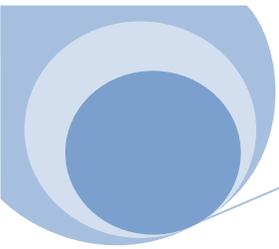
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 288- A:** Si
- 289- E2:** ¿Y por qué consideras que es un museo?
- 290- A:** Porque allá uno encuentra como... pues, por ejemplo lo del hombre en
291- el planetario, pues todo lo del espacio exterior y ciencia, y allí física, pues
292- todo eso si, como de la física, es como una...
- 293- E1:** Fuera de la física ¿qué mas hay en el Explora?
- 294- A:** Animales, si. Hay animales, ya
- 295- E1:** Bueno esta pregunta hay que reformarla en este sentido, ¿antes de
296- hacer el trabajo con nosotros habías oído hablar de museos vivos? antes
- 297- A:** No. No, no había, pues no, de museo... pues la palabra museo vivo no
- 298- E1:** Pero ahora con esta experiencia ya sabes...
- 299- A:** Si que es un museo vivo
- 300- E2:** ¿Y habías escuchado hablar de lo que son museos de ciencia? o
301- tampoco
- 302- A:** Museos de ciencia si, pues el de allí, si porque es ciencia
- 303- E1:** Bueno, ¿consideras que un museo es un lugar para el aprendizaje?
- 304- A:** Si
- 305- E1:** ¿Por qué?
- 306- A:** Porque uno allá, por ejemplo uno conoce cosas, pues uno conoce cosas
307- diferentes, pues cosas que jamás se ha imaginado, que no conocía y como
308- que interactúa, por ejemplo allí todas esas cosas que hay con el viento, uno
309- interactúa y uno sabe como cosas así
- 310- E1:** ¿Y aquí?
- 311- A:** Acá con las plantas, pues como las formas, como las afecta el sol, pues
312- si me entiende
- 313- E1:** O sea, en estos ocho días de estar conociendo sobre adaptaciones



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- 314-** vegetales ¿has aprendido en el Jardín Botánico?
- 315- A:** Si, claro
- 316- E1:** Sobre plantas obviamente
- 317- A:** Claro
- 318- E1:** ¿En tu colegio se hacen salidas pedagógicas a los museos?
- 319- A:** No, una al Parque Explora pero ya
- 320- E1:** Eso cuál has visitado que los lleve el colegio
- 321- A:** El parque explora
- 322- E2:** ¿Y con qué objetivo?
- 323- E1:** ¿Y para qué?
- 324- A:** Pues yo no sé conocer ¿no?
- 325- E1:** Es decir, el profesor les dijo a que iban a ir allá o solamente...
- 326- A:** No, no nos dijo, o yo no me acuerdo
- 327- E2:** ¿Simplemente fueron a ver y ya?
- 328- A:** Si, simplemente fuimos
- 329- E1:** Muy bien
- 330- E2:** Muchas gracias



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 6

UNIDADES DIDÁCTICAS

Las unidades didácticas son un dispositivo que se inscribe dentro de las corrientes constructivistas, este dispositivo, se basa en secuencias o ciclos didácticos donde se planean actividades según fases o momentos del proceso de aprendizaje que se repiten en la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles.

Los ciclos se dividen en cuatro fase: exploración, introducción, estructuración y aplicación. Las actividades que se trabajan en cada una de las fases tratan de responder una pregunta central u objetivo de aprendizaje (Figura 3).

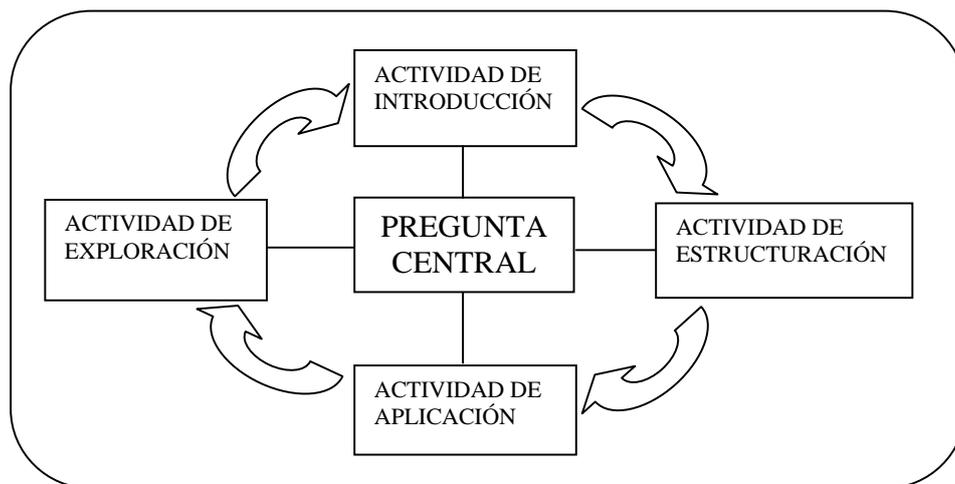
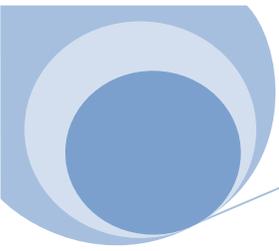


Figura 3: Ciclo didáctico

Las unidades didácticas no deben ser entendidas como un proceso que se planifica mecánicamente, pues todas sus fases se interrelacionan para generar, ampliar o modificar el conocimiento de los estudiantes, dado que, “al explorar ya se introducen ideas, y al introducir ideas se explora, se estructura y se aplica el conocimiento” (Jorba y Sanmartí, 1996), sin embargo es importante diferenciar las actividades de cada fase.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN

El propósito de estas actividades es situar al estudiante en la temática por medio del reconocimiento de los objetivos de trabajo, esto permitirá que los estudiantes elaboren hipótesis y argumentos sobre el tema propuesto, además de indagar las ideas previas de los estudiantes.

ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN

Se hace una búsqueda de nuevos modelos explicativos, procedimientos y actitudes. Aquí se trata de promover el aumento de la complejidad de los conceptos, modelos o representaciones iniciales de los estudiantes.

ACTIVIDADES DE ESTRUCTURACIÓN

Se da la estructuración de nuevos conocimientos: conceptuales, procedimientos y actitudinales. Cada estudiante debe encontrar su propia forma de comunicar sus conocimientos.

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN

En estas actividades hay una aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones problemáticas, sin embargo, también es interesante que los estudiantes comparen su punto de vista con el inicial para que reconozcan sus diferencias. Es propio de estas actividades el propiciar que el alumnado plantee nuevas cuestiones sobre la temática estudiada o utilizar nuevos lenguajes para explicar sus representaciones.

En la siguiente figura, se muestra el proceso de aprendizaje por ciclos didácticos:

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

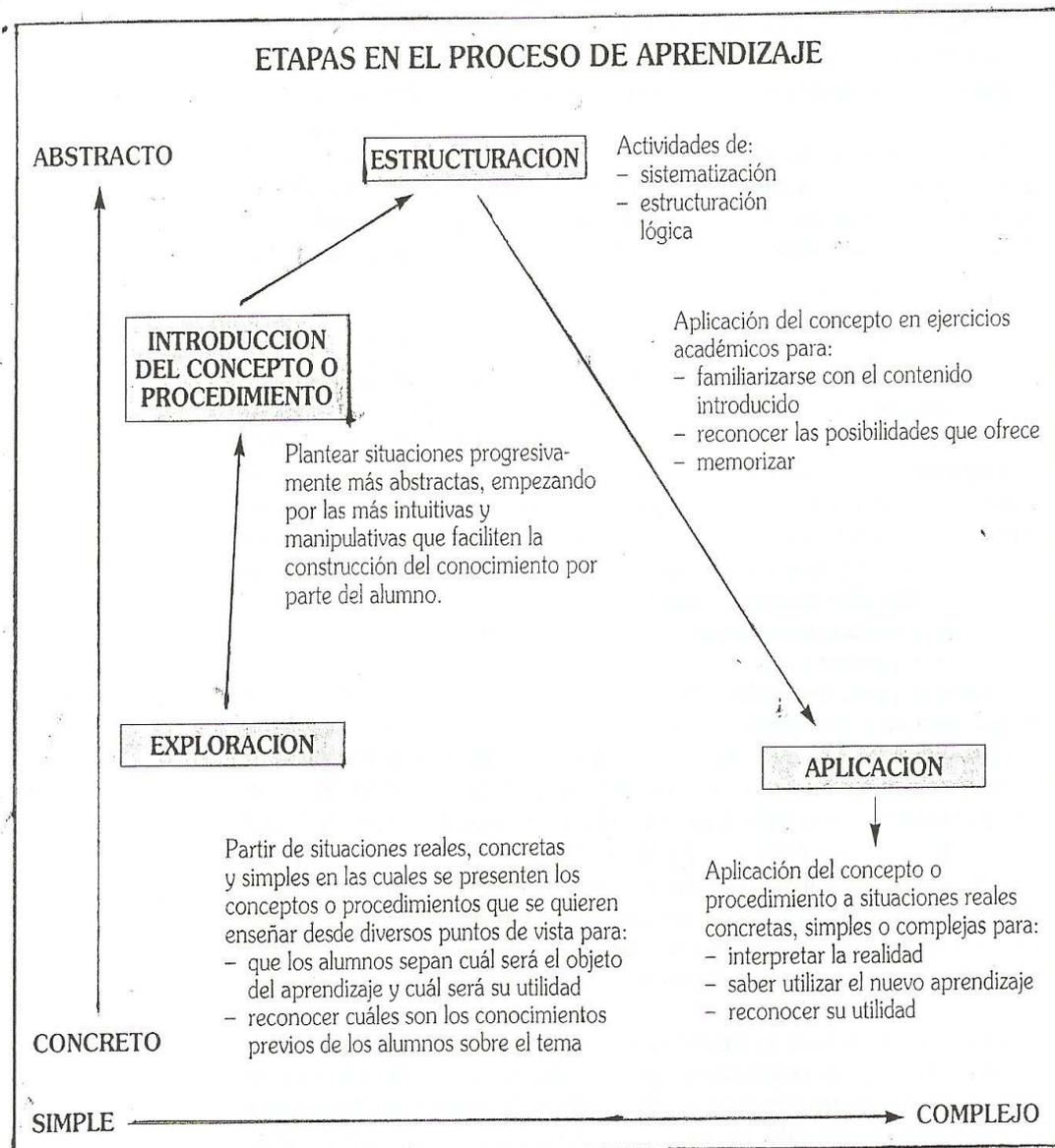
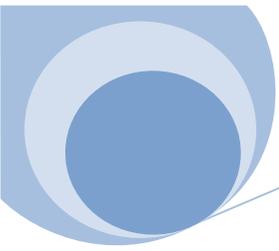


Figura 4: Etapas en el proceso de aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996)



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 7

LA ADAPTACIONES DE LAS PLANTAS

Unidad didáctica

DESCRIPCIÓN

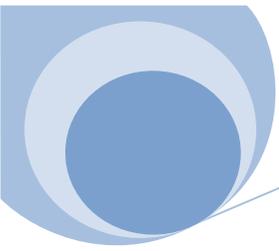
La presente unidad didáctica ha sido pensada para abordar un tema que representa un reto en la enseñanza y el aprendizaje en el área de Biología, que en la presente unidad didáctica llamamos: “La adaptaciones de las plantas”.

La población en la que se enmarca su desarrollo, se caracteriza por estar conformada por estudiantes de nivel de secundaria, específicamente en el grado noveno. Dichos estudiantes poseen edades que oscilan entre los quince y dieciséis años, los cuales, pertenecen a los estratos socioeconómicos dos y tres.

En los planes curriculares, este tema abarca una pequeña parte del concepto de evolución, tratado en los estándares curriculares de ciencias naturales de Colombia, en el manejo de conceptos en relación al entorno vivo específicamente en las siguientes competencias:

- Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.

Debido a que esta unidad didáctica requiere que los estudiantes tengan conocimientos previos acerca del tema de evolución y un poco de botánica, en cuanto a la estructura y funcionamiento de las plantas, esta pensada para ser desarrollada en un tiempo aproximado a 8 horas, incluyendo dentro de éstas, 4 horas que se destinarán a las visitas al “Jardín Botánico” como museo vivo, que proporcionará espacios propicios para el aprendizaje y afianzamiento del tema tratado.



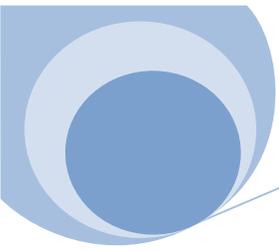
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

JUSTIFICACIÓN

El tema tratado en esta unidad didáctica es importante, puesto que se aborda en el grado noveno y es crucial que lo estudiantes lo asimilen bien, ya que es la base fundamental para estudios posteriores, además, en su comprensión se presentan algunos problemas, dada a su complejidad, y la relevancia que se le da a las diferentes teorías del origen de la vida e ideas previas que tienen los estudiantes debido a sus creencias religiosas, que rechazan la teoría de la evolución, y de otro lado, se encuentra la dificultad para asimilar nuevos conceptos relacionados con las adaptaciones de los seres vivos para asegurar sus supervivencia a diversos ecosistemas y cambios ambientales. Para abordar este tema se hace necesario, además, tener en cuenta, la relación de los cambios climáticos y, los mecanismos de defensa y ataque de las plantas.

Para la realización del presente trabajo se tendrá como lugar de práctica experimental el Jardín Botánico de Medellín, este lugar es de vital importancia por sus características, ya que allí se encuentran importantes colecciones de plantas en lugares que semejan las condiciones de sus ecosistemas originales, además, cuenta con una biblioteca especializada en el tema de la botánica. Este espacio permite así mismo sacar del aula a los estudiantes y darles la oportunidad de que tengan otra alternativa de aprensión del conocimiento de manera más experiencial.

Este espacio cuenta con personal especializado en estos temas que orientarían de manera adecuada las visitas, para lograr así, junto con el profesor y los estudiantes los objetivos que se requiere alcanzar.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

MARCO TEÓRICO

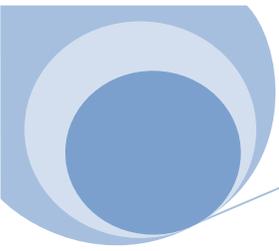
Se piensa que toda la vasta diversidad de formas de vida en nuestro planeta surgió durante la larga historia terrestre a partir de un tipo sencillo de organismos. Esto significa que organismos al parecer no relacionados, como los mixomicetos (mohos deslizantes) y las ballenas azules en realidad se relacionan lejanamente entre sí y comparten un ancestro común. Todos los organismos que existen en la actualidad surgieron de organismos anteriores por un proceso de divergencia gradual que Darwin describió al principio como “descendencia con modificación” o evolución.

CONCEPTO DE ADAPTACIÓN VEGETAL

Las plantas están sometidas frecuentemente a situaciones desfavorables para su desarrollo y funcionamiento óptimos, ocasionadas por alteraciones en el medio ambiente. Este conjunto de situaciones desfavorables se conoce con el nombre de estrés medioambiental. Mediante la selección natural, las plantas han adquirido una serie de mecanismos que les han permitido sobrevivir en estas situaciones adversas. Según Azcon-Bieto y Talon (1993), el concepto de adaptación vegetal, se refiere a aquellas modificaciones heredables (por tanto, incluidas en la información genética) que aumentan la probabilidad de que una planta sobreviva y se reproduzca en un ambiente particular. Una respuesta heredable no puede ser considerada como adaptación hasta que no se demuestre que supone una ventaja frente a un determinado estrés.

Según lo anterior entonces, es posible establecer una estrecha relación entre las adaptaciones vegetales y los estreses medioambientales, de tal forma que las primeras surgen en un momento dado de la evolución y forman parte de la información genética actual de un organismo determinado, en respuesta a los tipos de estreses a los que se enfrenten. Así pues, puede hablarse de una clasificación de las adaptaciones de las plantas que parte de una clasificación de dichos estreses medioambientales. En este sentido, éstos se pueden agrupar en estreses químicos, físicos y biológicos, según el agente que los cause.

Dentro del grupo de los estreses físicos, se encuentran el déficit hídrico, la salinidad (sólo en su componente osmótico), el frío, el calor, la excesiva o insuficiente irradiación luminosa, la anaerobiosis por inundación y encharcamiento y los estreses mecánicos producidos por el viento, heridas u otros. Hacen parte de los estreses químicos los producidos por los metales pesados, los contaminantes atmosféricos, los herbicidas, las carencias determinados elementos químicos, etc. Finalmente, los estreses biológicos son los causados por la acción de otros seres vivos.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

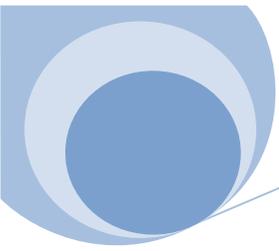
ESTRESSES FÍSICOS

El estrés hídrico es, en cuanto a la cantidad de materia vegetal afectada, el estrés más importante que pueden sufrir las plantas. El estrés hídrico ha ejercido una gran presión selectiva desde la aparición de las primeras plantas terrestres, por lo que el número de adaptaciones es muy elevado. Estas adaptaciones pueden clasificarse en mecanismos que evitan el estrés hídrico y mecanismos que permiten tolerar éste. En el primer caso, las plantas completan su ciclo vital o al menos su ciclo reproductivo antes del comienzo de la estación seca, en el segundo caso, en cambio, puede ocurrir que se presenten modificaciones morfológicas, fisiológicas o bioquímicas que reduzcan la transpiración o favorezcan la captación de agua, o que se presenten modificaciones que permitan resistir el estrés hídrico cuando el potencial hídrico de los tejidos es bajo.

El estrés salino (en su componente osmótico) se relaciona con el estrés hídrico referenciado anteriormente, en la medida en que la elevada concentración salina provoca un descenso del potencial hídrico del suelo, lo cual induce estrés hídrico en las plantas. Las plantas presentan un gran número de mecanismos de adaptación a la salinidad. Así pues, las plantas que toleran la sal pueden dividirse en plantas exclusivas y plantas inclusivas de iones. Las plantas exclusivas son aquellas en las que, mediante diversos mecanismos de adaptación, la sal sólo llega a sus partes aéreas en cantidades muy pequeñas. Por el contrario, las plantas inclusivas absorben la sal en grandes cantidades y la almacenan en tallos y hojas, eliminando la sal del citosol, ya sea almacenándola en estructuras suculentas o excretándola a la superficie foliar mediante glándulas secretoras.

Del mismo modo, las plantas pueden estar sometidas durante su ciclo vital a situaciones de estrés por temperatura que pueden deberse tanto al calor como al frío y a la congelación. Las temperaturas elevadas inducen un aumento en la fluidez de las membranas y las especies tolerantes al calor responden aumentando el grado de saturación de los lípidos membranosos. De forma contraria, la exposición al frío induce un descenso en la fluidez de las membranas y las especies resistentes responden aumentando el grado de insaturación de sus lípidos membranosos. Asimismo, las plantas tolerantes a la congelación poseen la capacidad, denominada superenfriamiento, de evitar la formación de hielo intracelular, incluso a temperaturas muy por debajo del punto de congelación teórico de los tejidos, que se sitúa a -1.5°C .

Para la mayor parte de las plantas terrestres, un exceso de agua, producido por inundación o por encharcamiento, puede resultar tan desfavorable como un déficit hídrico. Una de las adaptaciones específicas de algunas plantas consisten en el transporte de oxígeno desde las partes aéreas hacia las raíces, con lo que eliminan o reducen las condiciones anaeróbicas. La formación de raíces adventicias y la hipertrofia de la base del tallo, procesos regulados por la interacción entre el etileno y



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

las auxinas, son otras respuestas específicas de ciertas plantas frente a las condiciones de encharcamiento cuando el agua alcanza, al menos parcialmente, las partes aéreas.

De otra parte, las plantas pueden verse expuestas condiciones de estrés por exceso de radiación, tanto ultravioleta (UV) como visible. Entre las adaptaciones de las plantas al exceso de radiación ultravioleta se encuentra la síntesis de pigmentos flavonoides, los cuales absorben este tipo de radiación. Las adaptaciones de las plantas al exceso de luz visible pueden ser morfológicas o metabólicas. Las adaptaciones morfológicas consisten en el movimiento de los cloroplastos dentro de las células, el movimiento de las hojas de forma que se reduce su superficie de exposición a la luz, el desarrollo de superficies reflectantes ricas en ceras o sales y el marchitamiento o enrollamiento de las hojas. Los mecanismos metabólicos se basan en la disipación de energía directamente de las clorofilas, mediante el ciclo de las xantofilas y en la eliminación de las especies activadas del oxígeno producidas en las reacciones fotooxidativas.

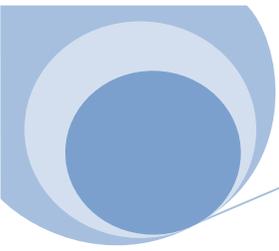
ESTRESSES QUÍMICOS

El exceso de metales pesados en el suelo es tóxico para las plantas, principalmente, debido a su interacción con otros iones. Esta situación, originada por causas naturales como por el hombre provoca, generalmente, una reducción en el crecimiento y en la producción vegetal. Las adaptaciones de las plantas al estrés por metales pesados se basan en mecanismos que reducen la entrada de metales en la planta o, una vez absorbidos, permiten su almacenamiento en lugares no perjudiciales para las células.

El uso de herbicidas es una de las prácticas culturales más extendidas en la agricultura actual, sin embargo, los herbicidas poseen un amplio espectro de acción y las especies de interés agronómico también pueden sufrir el estrés producido por la utilización de estos productos. Gracias a mutaciones espontáneas o mediante el uso de mutágenos químicos, se han identificados plantas de varias especies resistentes a diferentes herbicidas. Su estudio ha permitido desvelar que la resistencia se produce a varios niveles, mediante mejoras en los mecanismos de defensa frente a las especies activadas del oxígeno, modificaciones en los centros activos de las enzimas sobre las que actúan los herbicidas y sustituciones puntuales de algún aminoácido en los lugares de unión herbicida-enzima.

ESTRESSES BIOLÓGICOS

Estas situaciones desfavorables son ocasionadas, fundamentalmente, por el



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ataque de agentes patógenos como hongos, bacterias, virus, viroides, insectos, nematodos, etc, pero también pueden deberse a otro tipo de interacciones, como la competencia entre plantas por algún recurso natural, las lesiones producidas por grandes animales, entre otros. Aunque existen adaptaciones morfológicas, como la formación de hojas espinosas en las ramas jóvenes de algunas especies, la mayor parte de las adaptaciones consisten en la inducción de la síntesis de compuestos o macromoléculas que resultan desfavorables para el agente patógeno o competidor, proceso que recibe el nombre de *alelopatía*.

ACERCA DE LAS ADAPTACIONES

LA RADIACIÓN ADAPTATIVA

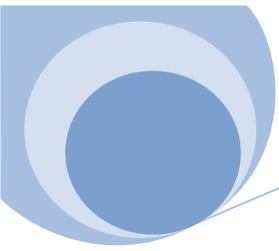
Cuando un grupo que se halla en una zona determinada se desarrolla convenientemente, va colonizando las zonas vecinas, es decir, otros “núcleos ecológicos”, y como estos ambientes no son idénticos se producirá una evolución diferente en cada caso para adaptarse a las nuevas condiciones. O bien, puede existir radiación adaptativa sin cambiar de un lugar, aprovechando otras posibilidades de vida que pueden darse en el mismo sitio. Darwin tuvo ocasión de observarlo en las islas Galápagos, donde, la no existían otros competidores en la ocupación, los pinzones se estaban diferenciando en grupos, cada uno con alimentación y modos de vida diferentes.

COMPLEJIDAD PROGRESIVA

La fauna y flora actuales son distintas de las que nos sugieren los fósiles hallados. Y son tanto más distintas cuanto más distanciadas se hallan en el tiempo. Pero no sólo son distintos los seres vivos, sino que también el número de grupos diferentes ha aumentado, aunque algunos hayan desaparecido. En cualquier época, el número de grupos de seres vivos es mayor que el de épocas anteriores. Si consideramos los grupos a lo largo del tiempo, encontraremos una serie de ramificaciones, como en un árbol.

ESPECIALIZACIÓN PROGRESIVA

Los seres vivos se desarrollan en unas condiciones físicas y ambientales muy concretas, a las que fácilmente se hallan adaptados. Pero, a veces, no solo se



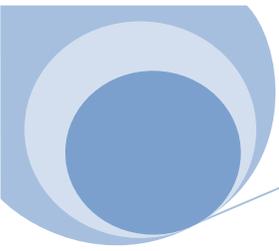
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

adaptan sino que llegan incluso a especializarse en cierto sentido. Esta especialización, que puede afectar al individuo completo, o alguno de sus órganos, le permitirá resolver con mayor eficacia los problemas concretos que la existencia plantea. Así, en el proceso evolutivo, esta especialización hace que las posibilidades de evolución del grupo se vean cada vez mas restringidas

ADAPTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Ya hemos tratado la adaptación de los seres vivos al medio. Adaptaciones que provocan ciertas modificaciones y especialización, pero la especialización no viene necesariamente impuesta por el medio. El caballo y el conejo se han adaptado, con especializaciones bien diferentes, a vivir en un ambiente de estepa, pero de forma diferente.

Ante condiciones análogas, suelen producirse soluciones análogas. Al proceso que conduce la analogía se llama convergencia.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

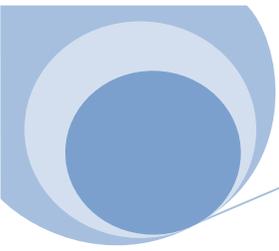
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

General

- Con el desarrollo de la siguiente unidad didáctica, el estudiante estará en la capacidad de establecer las relaciones existentes entre las adaptaciones de las plantas en relación a los diferentes ecosistemas y los cambios ambientales.

Específicos

- De acuerdo a diversas condiciones ambientales en las cuales evolucionaron las plantas, el estudiante estará en capacidad de identificar las adaptaciones de las plantas a diversos ecosistemas, a través de toma de notas en clase, lecturas y observación de videos e imágenes.
- El estudiante deberá estar en la capacidad de relacionar algunos tipos de adaptaciones de las plantas con el ecosistema de la que son originarias, por medio de la elaboración de mapas conceptuales, y una visita al Jardín Botánico.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

CONTENIDOS

Conceptuales

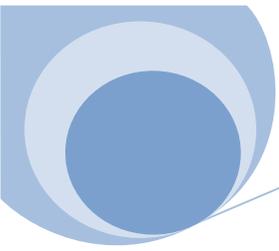
- La adaptación
- Tipos de adaptaciones de las plantas
- Mecanismos de defensa y ataque de las plantas

Procedimentales

- Observar y describir las partes de las plantas.
- Contrastar los conceptos explorados y estudiados en clase con las observaciones hechas en el Jardín Botánico.
- Analizar y relacionar la adaptación en las plantas en entornos físicos.

Actitudinales

- El estudiante adoptará una actitud positiva frente a las actividades realizadas en el aula de clase.
- El estudiante asumirá una actitud responsable frente a las actividades propuestas para la realización fuera del aula de clase.
- El estudiante actuará de manera cooperativa en los trabajos propuestos para ser realizados en grupo
- El estudiante tomara una actitud apropiada en las visitas al Jardín Botánico, mediante el uso de habilidades como la observación, la descripción, la comunicación, el lenguaje, la investigación, la exploración, las inferencias, el análisis, la cooperación, la motivación, la resolución de problemas, etc.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

CICLO DIDÁCTICO

ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN

ACTIVIDAD 1

Observación de plantas y resolución de la Guía para el museo Jardín Botánico
Duración: 120 minutos (2 horas)

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

En la actividad de exploración los estudiantes observarán diferentes secciones del Jardín Botánico en las cuales se perciben diferentes adaptaciones de las plantas que se encuentran para luego responder algunas preguntas relacionadas con el tema.

Para esta actividad, el profesor entregará a cada estudiante, una copia de la guía para la visita al Jardín Botánico y recorrerá con un guía las tres representaciones de ecosistema que hay en el museo y el orquideorama. A medida que avanza el recorrido, se van resolviendo las preguntas de la guía.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

GUIA PARA LA VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO JOAQUÍN ANTONIO URIBE DE MEDELLIN

OBJETIVO GENERAL

Identificar diferentes adaptaciones vegetales en tres ecosistemas representativos: desierto, bosque húmedo tropical y humedal, a partir de una visita al Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer diferentes adaptaciones en las plantas que se coleccionan en el Jardín Botánico de Medellín.
- Aplicar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico de Medellín.
- Confrontar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico José de Medellín.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico es un museo vivo donde hay colecciones de plantas y de ecosistemas representativos como el desierto, el bosque tropical y el humedal, además, los jardines botánicos son un lugar para la conservación, investigación, reproducción y exhibición de especies representativas del país y otros lugares del mundo.

De otro lado, como museo vivo, los jardines botánicos son una herramienta importante para el aprendizaje de los estudiantes en lo referente a las ciencias como la botánica y la ecología.

Finalmente, estos lugares son un espacio para la recreación y el esparcimiento en ciudades como la nuestra.

VISITA

La entrada al jardín se hará por la portería principal, donde nos espera un guía que nos orientará en el recorrido por el museo.

El guía comenzará por explicar las características de un bosque tropical y las diferentes plantas que lo conforman. Una vez hecho el trabajo de reconocimiento del lugar, los estudiantes dispondrán de 15 minutos para hacer una observación del entorno, luego, responderán las preguntas referidas a éste ecosistema en particular.

Este procedimiento se repetirá en el recorrido por la zona de desierto y el humedal.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ACTIVIDAD

BOSQUE TROPICAL

❖ Encontrándonos en el bosque, se observa una gran densidad de vegetación, tanto de individuos como de especies propias de este tipo de ecosistema. De las observaciones hechas, ¿qué puedes catalogar como adaptación vegetal? Explica.



❖ ¿Cómo crees que enfrentan las plantas del bosque tropical, las fuertes precipitaciones en este tipo de ecosistema?

Formula y responde dos preguntas respecto a las adaptaciones de las plantas en éste tipo de bosques y su relación con el clima.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

a. Las plantas de desierto, tienen espinas que son hojas modificadas, o pueden no presentar esta estructura. ¿Qué crees que sucedió en el proceso evolutivo del tallo y las hojas de estas plantas para que ocurrieran dichas adaptaciones?

b. En general las plantas hacen la fotosíntesis en las hojas, ¿cómo y dónde imaginas que las plantas de desierto, llevan a cabo este proceso de fotosíntesis?

❖ Reflexiona: algunas plantas de desierto de la colección del Jardín Botánico, están cubiertas por una carpa blanca, ¿a que crees que se debe esto?



❖ Las plantas de desierto, se encuentran en zonas en las que hay cambios extremos de temperatura, ¿tiene esto que ver con la forma de sus hojas?

❖ ¿Cómo sobreviven si no cae agua en prolongados períodos de tiempo?

❖ ¿Para que les sirven las espinas y que origen tienen?

❖ ¿Para qué les sirve a las plantas insectívoras, atrapar insectos?

❖ Las orquídeas son plantas epífitas (del griego *epi* sobre y *phyton* planta). ¿Por qué se han adaptado a vivir en esas condiciones?

ORQUÍDEAS

❖ Las orquídeas son flores de gran atractivo por sus colores, forma y aroma. ¿Cuáles son las posibles razones para ser tan llamativas?



¡MUCHAS GRACIAS!

ACTIVIDAD 2

Observación y agrupación de imágenes

Duración: 30 minutos

Foro: 30 minutos

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

Los estudiantes se organizarán en dos grupos y el profesor les entregará fichas con imágenes de plantas o partes de éstas, en las que los estudiantes pueden identificar algunas adaptaciones y un pliego de papel en el cual, los estudiantes hacen una cartelera mostrando las clasificaciones que hicieron con su respectiva explicación (se pueden usar ejemplos y analogías).

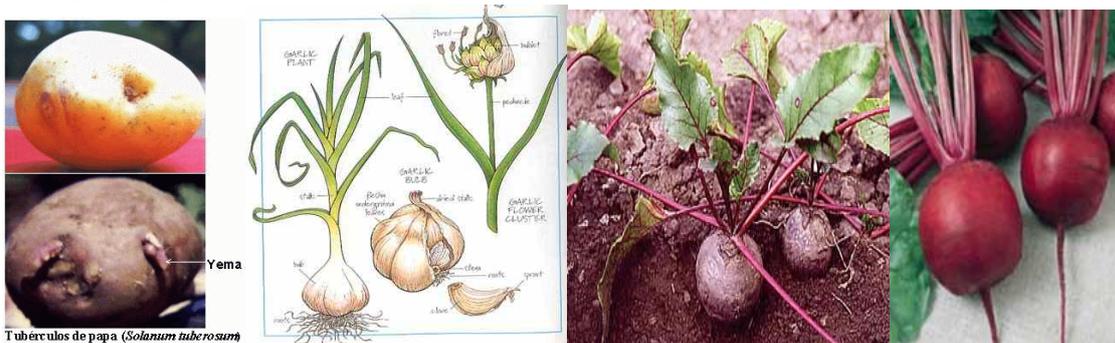
Los criterios para la clasificación de las imágenes serán

1. De manera libre (según su criterio)
2. Con la posibilidad de formar subgrupos según función y estructura

Una vez terminada la actividad de observación y clasificación de imágenes el profesor y los estudiantes, harán un foro para exponer los las carteleras.

Por último, se recogerán inquietudes a preguntas generales que surjan de los estudiantes, relacionadas con los mecanismos de adaptación para usarlas en la introducción del tema.

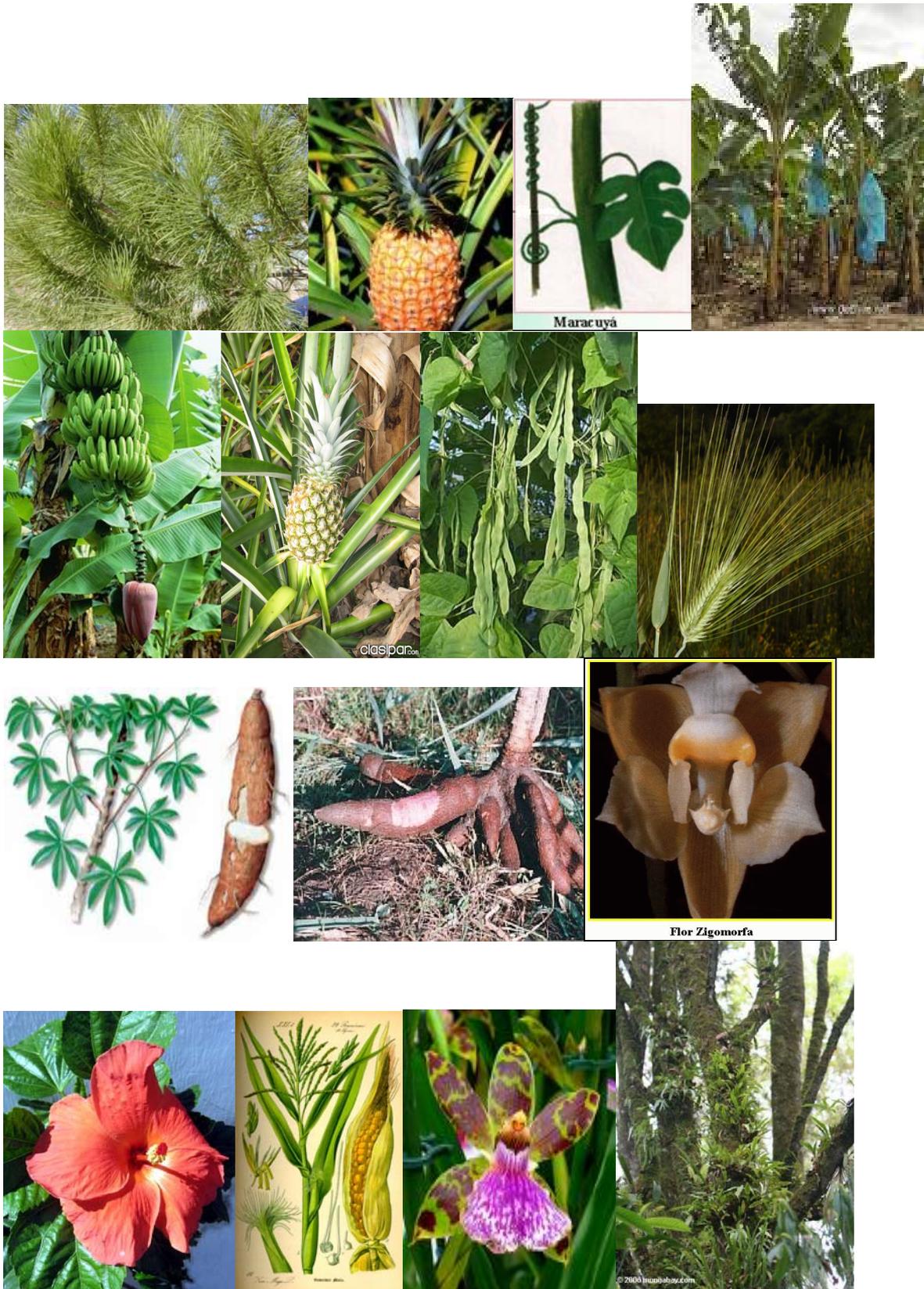
IMÁGENES:



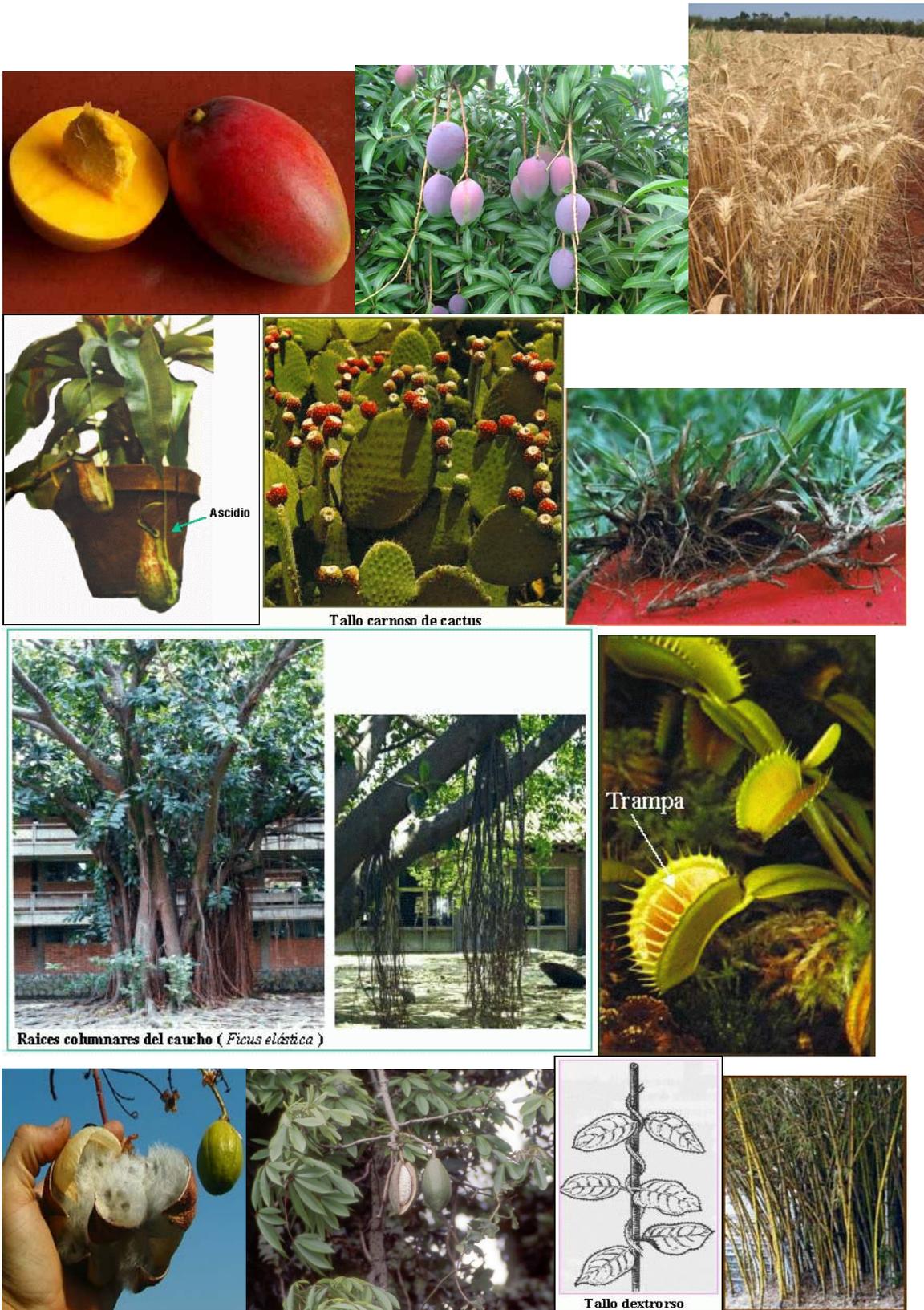
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje



ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN

En las actividades de introducción se pretende que los alumnos identifiquen nuevas formas de mirar, de interpretar los fenómenos, y hacer modelos, y que reconozcan semejanzas y diferencias entre sus propios puntos de vista, los de los compañeros y los de la ciencia actual.

Las actividades que se consideran adecuadas para esta fase son aquellas que favorecen la confrontación entre diversos modos de mirar los fenómenos y de pensar sobre ellos, permite la reorganización de las experiencias y explicaciones dadas por los estudiantes, hacer relaciones de fenómenos con el concepto, operaciones que se deben hacer para resolver una tarea, entre otras.

Para la introducción del tema, se tendrán en cuenta los interrogantes que los estudiantes manifiesten durante el desarrollo de las actividades de exploración, además, se observarán dos videos cuyo propósito es el de brindar a los estudiantes información novedosa y relacionada con su entorno y las ciencias. Finalmente, se hará la lectura de un documento preparado para destacar a los estudiantes las diferentes adaptaciones de las plantas según el ecosistema en el que viven.

ACTIVIDAD 1

Observación de videos: “La vida privada de las plantas” y “El mundo vegetal”
Duración: 60 minutos

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

Durante la observación de los videos, el profesor hará algunas preguntas para comprobar el grado de aprehensión del tema por los estudiantes, algunas de las preguntas sugeridas son:

- ❖ Según el video “*El mundo vegetal*”, en el que se narra el proceso evolutivo vegetal desde las algas que originaron las plantas, pasando a musgos, helechos, coníferas, plantas con flores, responde:
 - a. ¿Qué adaptaciones reproductivas son características de los musgos, helechos, coníferas y plantas con flores?
 - b. ¿Por qué crees que en la actualidad las plantas con flores (angiospermas) son las que dominan la tierra? Responde teniendo en cuenta las adaptaciones de dichas plantas.
 - c. ¿Cuál es la función de las diversas formas de las hojas de las plantas carnívoras?

- d. Piensa: ¿para qué las mimosas cierran sus hojas y bajan sus raquis cuando hacemos contacto con ellas?

En el video se muestran algunas plantas de regiones lluviosas ¿Qué mecanismos de adaptación han desarrollado para contrarrestar las fuertes lluvias que caen en estas regiones?

Si se comparan estas plantas de regiones lluviosas con plantas de regiones áridas y semiáridas, qué diferencias encontrarías.

¿Puedes describir algunos mecanismos de adaptación de las plantas de las zonas áridas?

En las selvas tropicales se presenta mucha competencia por la luz del sol. Según se muestra en el video al comienzo, describen el crecimiento de una especie de enredadera que alcanza grandes alturas cuando se trepa a los árboles. Describe cómo se han adaptado para alcanzar la luz en las alturas.

En el video se describen como se defienden las plantas contra posibles depredadores. ¿Cómo se han adaptado rechazar los ataques de los depredadores?

En la última parte se ven imágenes de plantas que tienen que complementar su nutrición con insectos y otros artrópodos, ¿mediante que mecanismos atrapan estos animales?

¿Qué otros mecanismos de adaptación en las plantas conoces que no se mencionen en el video?

ACTIVIDAD 2

Lectura “*Las plantas, sus desafíos y su adaptación*”

Duración: 30 minutos

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

El profesor entregará a cada estudiante una copia de la lectura “*Las plantas, sus desafíos y su adaptación*”, posteriormente, invitará a los estudiantes a leer el texto en voz alta.

Mientras avanza la lectura, las preguntas que surjan se responderán entre los estudiantes y el profesor, para ello, los estudiantes harán hipótesis que respondan la pregunta formulada y el profesor se encargará de dar la respuesta correcta, de forma que cada uno confirme o corrija los errores conceptuales que tengan.

LAS PLANTAS, SUS DESAFÍOS Y SU ADAPTACIÓN

Introducción

Uno de los aspectos más llamativos que poseen los vegetales es la capacidad de adaptarse al medio en que se encuentran, y de esa manera lograr sobrevivir en él.

Las plantas comprenden cientos de miles de especies, que habitan en todos los biomasa imaginables, desde la tundra hasta los bosques lluviosos o selvas tropicales, incluso los desiertos. Las plantas son organismos multicelulares complejos, que tienen como característica común la fotosíntesis y pigmentos carotinoides además de la clorofila. Sin embargo la fotosíntesis no es exclusiva de las plantas, ya que existen algas y bacterias que también lo hacen.

Actualmente las plantas poseen una gran diversidad, pero se cree que todas descienden de un mismo organismo ancestral, una alga verde primitiva de agua dulce. De hecho, existen características adaptativas similares en ambos grupos de organismos, por ejemplo los pigmentos y la fotosíntesis, el almidón como reserva alimenticia y la celulosa como componente estructural de la pared celular.

Adaptaciones de las plantas para la vida en la tierra

Una de las adaptaciones más importantes de las plantas es la posesión de una cutícula, en las partes aéreas, esta es una característica esencial de las plantas, y que sin ella, los tejidos se deshidratarían a causa de la evaporación. A diferencia de los animales, las plantas no pueden huir, ni esconderse, puesto que su sistema radical las ancla al suelo, mientras que los animales al tener la capacidad motriz son capaces de trasladarse a lugares más húmedos cuando hay falta de agua. Además la cutícula desarrollada también permite el intercambio de gases al adaptar las estomas en los tejidos superficiales de los tallos y las hojas. Además, las plantas presentan órganos sexuales (gametangios) en donde se produce el óvulo. El embrión formado por la fecundación es protegido por el gametangios.

Otra adaptación importante que se halla en las plantas, es la presencia de tejidos vasculares, xilema y floema. Mediante este sistema, le es posible a las plantas alcanzar mayores tamaños, ya que es posible transportar a mayores distancias el agua y demás sustancias nutritivas (azúcares y minerales), por ende, es posible también, hacer más eficiente la conducción de dichas sustancias. De acuerdo a registros paleontológicos, las plantas vasculares surgieron por lo menos hace unos 240 millones de años.

Sin duda la vida comenzó en los océanos, y muchos organismos se han adaptado a la vida terrestre. Las plantas y en general, todos los organismos tuvieron que haber superado ciertos desafíos para poder preservar su vida: obtener agua suficiente y evitar su pérdida excesiva, obtener suficiente energía y en regiones extremas, tolerar amplios rangos de temperatura. Por ejemplo, para obtener agua suficiente las plantas desarrollaron un sistema de raíces, que si bien primordialmente las fijan al suelo, también absorben agua; para prevenir la pérdida de agua, las plantas de climas húmedos adaptaron una cutícula delgada y las de climas secos adquirieron una cutícula muy gruesa; para obtener la energía suficiente las plantas como organismos autótrofos, absorben la energía solar para fotosintetizar, además, algunas crecieron de manera considerable para captar la mayor cantidad de luz posible, para lo cual se requirió el desarrollo de fuertes estructuras capaces de mantener al individuo, otras se han adaptado a crecer en menores condiciones de intensidad de luz y finalmente para sobreponerse a la temperaturas altas, las plantas utilizan un enfriamiento por evaporación, las plantas pierden agua mediante la transpiración por medio de los estomas y gracias a la propiedad de calor específico del agua, es posible perder calor con la evaporación, es importante mencionar en este punto, que las plantas también son capaces de regular la pérdida de agua por medio de los estomas, al controlar la apertura y cierre de estos, por otro lado, las plantas superan las bajas temperaturas mediante la entrada en un estado de latencia, tal es el caso de los

árboles caducifolios.

Todas estas adaptaciones que adquirieron las plantas se fueron dando mediante la selección. Es decir, los individuos que poseían las mejores características para hacer frente a todos los obstáculos del medio, incluyendo los enemigos naturales, fueron los que pudieron seguir con su desarrollo y su permanencia en el planeta. Los individuos con el contenido genético requerido para vivir en las condiciones de selección que ejerce el ambiente, son los que en última instancia sobreviven. Así, la evolución se muestra como cambios en el contenido genético de la población, pero estos cambios están compuestos por eventos micro evolutivos.

Adaptaciones de los vegetales al ambiente terrestre:

Las adaptaciones de los vegetales que habitan en el ambiente terrestre están en función del clima y del tipo de suelo de cada región.

Los vegetales terrestres han debido sobreponerse a una serie de condiciones adversas planteadas por el ambiente. Entre ellas figuran:

- la necesidad de un medio de fijación al suelo
- los distintos tipos de suelo
- la disponibilidad de nutrientes, agua y de luz
- los cambios de los factores climáticos.
- Las respuestas frente a los ataques de los depredadores

Estas condiciones han dado origen al desarrollo de ciertas estructuras que permiten al vegetal sobrevivir en distintos ambientes. Nuestro país por ser tan extenso y variado relieve, presenta características muy diferentes, lo cual ha posibilitado la existencia de una gran diversidad de especies vegetales.

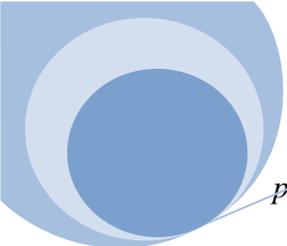
Adaptaciones de las plantas en ambientes extremos: las plantas no pueden huir ni esconderse como los animales, ni adecuar su comportamiento a condiciones fuertes tan rápidamente como ellos

Deben aguantar impertérritas ventisca helada, soles abrasadores, suelos envenenados o condiciones de asfixia. Por todo ello, las plantas suelen reflejar bien en su aspecto las características del lugar en que viven. Cada una de sus estructuras corporales esta conformada de modo que sea capaz de resistir las inclemencias penurias del entorno

Las plantas de lugares muy secos se retraen y se cubren de capas protectoras, en tanto que las de lugares húmedos se desparraman y se abren. Las plantas de lugares fríos se rodean y se espesan y las de lugares cálidos se adelgazan y se aclaran. Las de sitios ventosos se aferran al suelo y lo recubren como un manto, y los sitios muy iluminados se cubren de pelos cálidos para refleja la luz. Las de sitios oscuros enrojecen, ya que los pigmentos de rojos capaces de captar la luz débil, o desarrollan lentes que la concentra. Las plantas de los lugares muy pobres en nutrientes se hacen carnívoras y de lugares con poco oxígeno se ahuecan y desarrollan tubos respiratorios.

Economizar hasta la última gota de agua es una exigencia para sobrevivir en muchos hábitats. Existen caminos para conseguir este ahorro y las plantas los escogen en función de las características del medio (por ejemplo, la temperatura o la distribución temporal de las lluvias). Las plantas pueden reducir sus hojas, recubrirlas de cera impermeable, desprenderse de ellas en la estación seca (los fantasmales bosques tropicales de hoja caduca se quedan pelados bajo un sol de justicia), dormir durante el día, transformar sus hojas en espinas, que pueden captar algo de rocío, o convertirse en inmensos bidones de agua, como los baobabs.

Las plantas pierden el agua a través de agujeros diminutos de la superficie foliar, los estomas. Para minimizar esta pérdida, las plantas los han relegado a la parte inferior de las hojas, los han colocado en el



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

interior de una cavidad, para resguardarlos del efecto desecante del viento, los han protegido con pelos o escamas y han dispuesto unas células guardianas a la entrada, que la taponan cuando la humedad ambiental alcanza un valor excesivamente bajo. El problema es que el intercambio gaseoso de la planta también se realiza por estos orificios. Una solución de compromiso que han adoptado algunas plantas de lugares desérticos es de acoplar la fijación del anhídrido carbónico de la atmósfera de las reacciones que necesitan luz. Las plantas que usan esta estrategia realizan algunas de las reacciones de la fotosíntesis durante el día, pero sólo por la noche abren los estomas y permiten la entrada del anhídrido carbónico, para que el agua perdida por evaporación sea mínima.

La reacción entre la superficie y el volumen es un valor con el que juegan las plantas para adaptarse a muy diferentes condiciones ambientales. Toda planta trata de desplegarse al máximo, para conseguir captar la mayor cantidad posible de luz solar. Pero por la superficie también se pierde el agua. Las plantas de los desiertos, que no están falta precisamente de luz, suelen adoptar formas esféricas, ya que la esfera es el cuerpo que ofrece una menor superficie para un volumen dado.

Las plantas de zonas frías, como las altas montañas, suelen tener también formas redondeadas, en este cambio de cojín compuesto por muchos tallos muy densamente apretados. El objetivo es conseguir un microambiente interior caldeado y resguardado del viento. Como el calor también se pierde en proporción a la superficie, interesa presentar una forma que la minimice. Además, con esta forma se consigue retener también la humedad y los nutrientes (ya que estas plantas suelen vivir en sitios rocosos y muy azotados por el viento). Otras plantas de lugares fríos están recubiertas de una densa maraña de pelos lanosos, o son de colores oscuros para absorber el calor y derretir la nieve, algunas matas gigantes del monte Kenia retienen las hojas muertas para que formen una capa protectora y otras cierran sus hojas durante la noche, como grandes coles para retener el calor.

Las plantas de lugares muy calurosos también suelen presentar a veces una capa de pelos blancos, para reflejar la radiación solar. Algunas desprenden aceites esenciales muy volátiles, con lo que consiguen eliminar gran parte del calor que absorben. Otras presentan las hojas en posición casi vertical, a veces alineadas en orientación este-oeste, para reducir la insolación que reciben. Las plantas piedra (género Lithops) de los desiertos de Sudáfrica, tienen casi todo su cuerpo enterrado entre la arena y solo presentan unas ventanas transparentes en la zona superior para dejar penetrar la luz.

Las plantas de los lugares salinos adoptan dos estrategias radicalmente distintas: o evitan la sal, expulsándola activamente de su cuerpo por medio de glándulas especiales, o bien pueden convivir con ella. En este caso, deben soportar que sus células se atiborren de sal, para que el agua pueda penetrar en ellas (el agua siempre se mueve desde los sitios con poca concentración de sal a los que tienen mucha).

Las plantas que viven en suelos fangosos tienen que soportar concentraciones muy bajas de oxígeno en sus raíces. Para que puedan respirar, la planta desarrolla una red de canales aeríferos. Las raíces de los mangles, árboles que viven en las costas de los mares tropicales, desarrollan tubos respiratorios que salen del agua y actúan como snorkels. Las plantas que viven en el agua suelen presentar muchos huecos en su interior, para facilitar el intercambio gaseoso y la flotabilidad.

Las plantas de suelos pantanosos suelen enfrentarse también a otro problema. Se requiere que el suelo este bien aireado para que las plantas puedan absorber el nitrógeno de la atmósfera, en forma de nitratos. En los suelos fangosos, las plantas pueden pasar hambre de nitrógeno (este efecto puede ser bastante grave en suelos ya de por sí pobres en nutrientes minerales). La solución que adoptan algunas plantas, es obtener nitrógeno de una fuente que contiene ese elemento en abundancia, que puede ser atraída con facilidad y atrapada con un bajo esfuerzo: los animales. La proporción de plantas carnívoras se dispara en los suelos pantanosos.

Para explicar mejor la variedad y la adaptación lo dividiremos por zonas:

- a) Los vegetales del desierto:

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

El clima del desierto impone a los vegetales la adaptación a condiciones de suelos de gran sequedad, y a los factores climáticos caracterizados por altas temperaturas durante el día y bajas durante la noche. La escasez de lluvias durante el año y los bruscos cambios de temperatura durante el día y la noche., son un factor limitante para que la vida vegetal se desarrolle en plenitud; aún así algunos organismos pueden sobrevivir bajo estas condiciones.

Los vegetales de zonas desérticas tienen raíces profundas y superficiales para absorber el agua, que acumulan en tallos gruesos con forma cilíndrica o esférica, y están poco ramificados de manera que sea mínima la superficie del vegetal expuesta a la deshidratación.

Un ejemplo característico de este tipo de vegetal es el cactus, planta perenne que tiene tallos carnosos redondos o aplanados y una superficie áspera; es capaz de almacenar grandes cantidades de agua en su tallo, el cual se adelgaza durante períodos de sequía, y cuando caen lluvias ocasionales se vuelve a ensanchar debido a la incorporación del agua que almacenará por otro periodo. Los brotes tiernos poseen hojas pequeñas, las cuales con mucha frecuencia quedan reducidas a escamas. La mayoría de las especies tienen espinas cortas y rígidas; algunas son, sin duda, hojas modificadas y otras, transformaciones de los pelos (pubescencia) con el fin de evitar la transpiración y con ello la pérdida de agua. En este tipo de vegetales, es el tallo el que realiza directamente el proceso de elaboración del alimento de la planta llamado fotosíntesis. Los cactus requieren fundamentalmente un suelo arenoso, cierta cantidad de agua y abundante y cálida luz solar.

- b) Los vegetales de zonas lluviosas

Los vegetales que habitan en estas zonas no modifican en gran medida su estructura típica conformada por raíz, tallo y hojas. Las condiciones climáticas caracterizadas por abundantes lluvias durante la mayor parte del año, permiten el desarrollo de extensos bosques donde abunda una enorme diversidad de vegetales. La abundancia de vegetales contribuye en gran medida con la humedad del aire, debido al alto porcentaje de agua que evaporan; originando un microclima.

Los árboles más altos captan con mayor facilidad la luz, pero en las zonas intermedias e inferiores del bosque, la luz disminuye cada vez más; por esta razón en las zonas bajas de un bosque se desarrolla muy poca vegetación. En el suelo de un bosque encontramos musgos adheridos a los troncos; y otras plantas que han desarrollado adaptaciones especiales para vivir en estas condiciones de escasa luz solar, son organismos que crecen favorecidos por el aumento de la humedad y adaptados a las condiciones de penumbra.

- c) Los vegetales de la Antártica

El territorio antártico se caracteriza por tener temperaturas bajo cero durante la mayor parte del año. Los vegetales que habitan en ella han debido adaptarse para aumentar la posibilidad de supervivencia en un ambiente muy desfavorable. Los vegetales, en general, se adaptan a las condiciones del ambiente en que se encuentran y existen diferencias significativas en las adaptaciones de los que viven en ambientes desérticos, lluviosos y polares.

Anexo

Medio Terrestre	
Adaptaciones/Factores	Vegetales
TEMPERATURA	<p>Frío: Reducción del metabolismo. Pérdida de hoja durante el invierno para no sufrir heladas (plantas caducifolias). Plantas efímeras.</p> <p>Calor: Ciclos anuales para evitar la exposición</p>

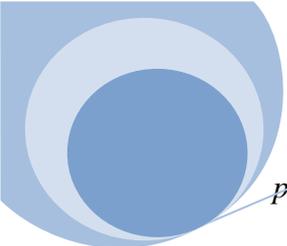
El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

	excesiva al calor. Hojas pequeñas que eviten la transpiración excesiva. Adaptaciones fisiológicas y metabólicas (plantas C4). Cutículas y cubiertas protectoras.
ARIDEZ	Hojas en espinas o agujas para reducir la superficie de transpiración. Presencia de pelos. Cutículas aislantes. Tallos crasos de almacenamiento de agua. Estomas en envés de la hoja. A las plantas adaptadas a la falta de agua se les denomina XERÓFITAS , propias de zonas áridas.
INSOLACIÓN Y LUZ	Plantas Heliófilas: Reducción del número de estomas. Están expuestas a mucha radiación solar. Plantas Umbrátiles: Aumento del número de estomas. Estructuras de sujeción para trepar y alcanzar la luz. Superficie foliar ancha para captar mayor cantidad de luz. Plantas epífitas: <i>Son aquellas que crecen sobre (epi) otras plantas (fito), e incluso objetos (rocas, cuerdas, recipientes, tejas, etc.) a los que se enraízan como mecanismo de soporte, por esta razón, no se sujetan al suelo y tampoco son parásitas.</i>
FACTORES EDAFICADOS (SUELO)	Los vegetales se adaptan a los tipos de suelo en función de sus nutrientes, lo que determina su distribución. Las plantas halófilas sobreviven en suelos muy salinos excretando la sal o neutralizándola.
ALTITUD	Formas achaparradas para evitar la acción del viento. Reducción del tamaño de la hoja. Plantas que viven dentro de otras obteniendo protección frente a los rigores del frío. Los frailejones de los páramos.
<p>Autor: Mendoza, J. (2008). Adaptación de los vegetales al medio terrestre. Consultado el día 28 de julio de 2009. Extraído de: http://www.monografias.com/trabajos66/adaptacion-vegetales-medio/adaptacion-vegetales-medio.shtml</p>	

ACTIVIDADES DE ESTRUCTURACIÓN

En esta fase los estudiantes deberán ser capaces de reconocer y comunicar modelos elaborados, usando instrumentos formales. Estos instrumentos deben estar relacionados con las preguntas planteadas inicialmente.

Se explicara a los estudiantes como elaborar una "V" de Gowin y mapas conceptuales u otros instrumentos que los estudiantes propongan que favorezcan la síntesis de sus propias ideas construidas a lo largo de las actividades



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

anteriores.

En un encuentro posterior y después de haber hecho consultas generales sobre el tema, se podrán aclarar dudas y ampliar información.

ACTIVIDAD 1

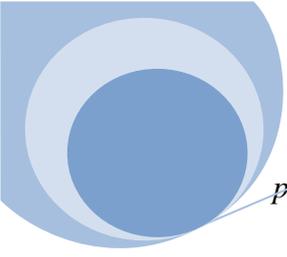
Elaboración de mapa conceptual

Duración: 30 minutos

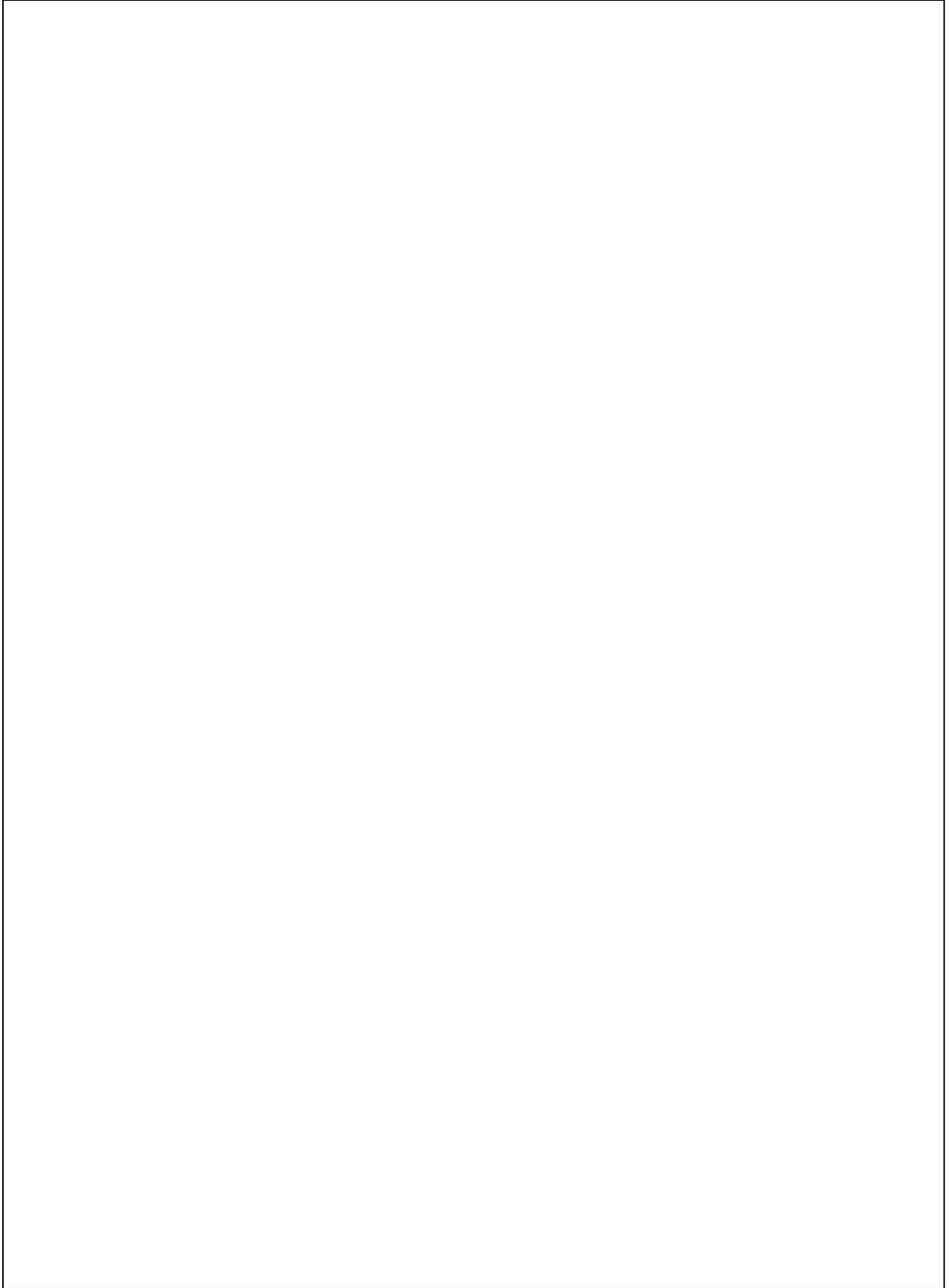
INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

El profesor entregará a cada estudiante una hoja en la que elaborarán un diagrama para representar lo aprendido sobre el tema de adaptación vegetal.

Instrucción: Elabora un diagrama en el que des cuenta de lo que has aprendido sobre los diferentes tipos de adaptaciones vegetales y su relación con los ecosistemas.



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje



ACTIVIDAD 2

Observación y agrupación de imágenes fijas

Duración: 30 minutos

Foro: 30 minutos

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

Los estudiantes se organizarán en dos grupos y el profesor les entregará fichas con imágenes de plantas o partes de éstas, en las que los estudiantes pueden identificar algunas adaptaciones y un pliego de papel en el cual, los estudiantes hacen una cartelera mostrando las clasificaciones que hicieron con su respectiva explicación (se pueden usar ejemplos y analogías).

Los criterios para la clasificación de las imágenes serán

1. De manera libre (según su criterio)
2. Con la posibilidad de formar subgrupos según función y estructura

Una vez terminada la actividad de observación y clasificación de imágenes el profesor y los estudiantes, harán un foro para exponer los las carteleras.

Por último, se recogerán inquietudes a preguntas generales que surjan de los estudiantes, relacionadas con los mecanismos de adaptación para usarlas en la introducción del tema.



IMÁGENES: se encuentran en la actividad de exploración

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN

Se trata en esta fase de aplicar las concepciones revisadas a contextos distintos. Permite que comparen su punto de vista con el inicial para que reconozcan sus diferencias.

Se hará una visita al jardín botánico, con el propósito de que identifique a diferentes adaptaciones en las plantas que se coleccionan en este lugar, y de esta manera apliquen sus conocimientos y además se confronten con sus concepciones sobre el tema.

ACTIVIDAD

Observación de plantas y resolución de la Guía para el museo Jardín Botánico

Duración: 120 minutos (2 horas)

INSTRUCCIÓN PARA EL PROFESOR:

En la actividad de aplicación los estudiantes observarán nuevamente las diferentes secciones del Jardín Botánico en las cuales se perciben diferentes adaptaciones de las plantas que se encuentran plantas para luego responder algunas preguntas relacionadas con el tema, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos con las actividades de introducción.

Para esta actividad, el profesor entregará a cada estudiante, una copia de la guía para la visita al Jardín Botánico (la guía se encuentra en la sección de exploración) y recorrerá con un guía las tres representaciones de ecosistema que hay en el museo y el orquideorama. A medida que avanza el recorrido, se van resolviendo las preguntas de la guía.

BIBLIOGRAFÍA

Azcon-Bieto, J. y Talon, M. (1993). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Madrid: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA.

Kimball, J. (1986). *Biología* (4ª ed.). México: ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA.

Mendoza, J. (2008). Adaptación de los vegetales al medio terrestre. Consultado el día 28 de julio de 2009. Extraído de: <http://www.monografias.com/trabajos66/adaptacion-vegetales-medio/adaptacion-vegetales-medio.shtml>

Solomon, E. Villee, C. (1998). *Biología de Villee* (4ª ed.). México: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA.

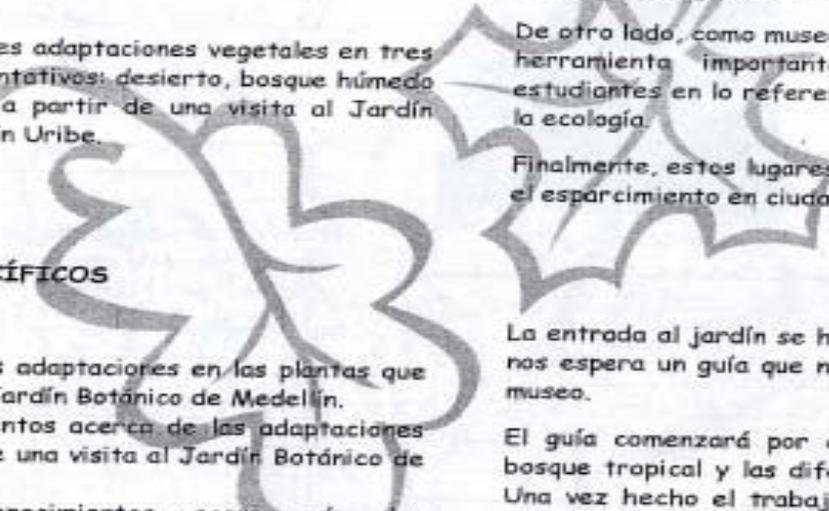
Téllez, G.; Leal, J.; Bohórquez, C. (1988). *Biología Aplicada*. Colombia: Mc GRAW-HILL.

Turner Original Productions (2004) (Productor). Attenborough, D. (1995). La vida privada de las plantas [Película]. España: DIVISA HOME VIDEO.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 8

Guía inicial para la visita al Jardín Botánico



GUIA PARA LA VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO
JOAQUÍN ANTONIO URIBE DE MEDELLÍN

OBJETIVO GENERAL

Identificar diferentes adaptaciones vegetales en tres ecosistemas representativos: desierto, bosque húmedo tropical y humedal, a partir de una visita al Jardín Botánico José Joaquín Uribe.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer diferentes adaptaciones en las plantas que se coleccionan en el Jardín Botánico de Medellín.
- Aplicar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico de Medellín.
- Confrontar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico José de Medellín.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico es un museo vivo donde hay colecciones de plantas y de ecosistemas representativos como el desierto, el bosque tropical y el humedal, además, los jardines botánicos son un lugar para la conservación, investigación, reproducción y exhibición de especies representativas del país y otros lugares del mundo.

De otro lado, como museo vivo, los jardines botánicos son una herramienta importante para el aprendizaje de los estudiantes en lo referente a las ciencias como la botánica y la ecología.

Finalmente, estos lugares son un espacio para la recreación y el esparcimiento en ciudades como la nuestra.

VISITA

La entrada al jardín se hará por la portería principal, donde nos espera un guía que nos orientará en el recorrido por el museo.

El guía comenzará por explicar las características de un bosque tropical y las diferentes plantas que lo conforman. Una vez hecho el trabajo de reconocimiento del lugar, los estudiantes dispondrán de 15 minutos para hacer una observación del entorno, luego, responderán las preguntas referidas a éste ecosistema en particular.

Este procedimiento se repetirá en el recorrido por la zona de desierto y el humedal.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ACTIVIDAD

BOSQUE TROPICAL

- ❖ Encontrándonos en el bosque, se observa una gran densidad de vegetación, tanto de individuos como de especies propias de este tipo de ecosistema. De las observaciones hechas, ¿qué puedes catalogar como adaptación vegetal? Explica.



Pues cuando las plantas se adaptan a los diferentes cambios climáticos o del suelo o de su habitad o a los animales que hay en su entorno, también a lo que esto genera a toda su estructura.

- ❖ ¿Cómo crees que enfrentan las plantas del bosque tropical, las fuertes precipitaciones en este tipo de ecosistema?

Tiene como desagües por decirlo así, y entonces las plantas sacan el agua por medio de estos desagües

Formula y responde dos preguntas respecto a las adaptaciones de las plantas en éste tipo de bosques y su relación con el clima.

Como se adapta una planta al clima?
Por la lluvia y porque hay humedad -
siempre, entonces las plantas pueden adaptarse fácilmente

Porque se adaptan las plantas a los troncos de árboles?
si = para buscar la luz del sol

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

desértico, intenta responder, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, la apariencia de las plantas que observas y la función de sus estructuras:

a. Las plantas de desierto, tienen espinas que son hojas modificadas, o pueden no presentar esta estructura. ¿Qué crees que sucedió en el proceso evolutivo del tallo y las hojas de estas plantas para que ocurrieran dichas adaptaciones?

- Se adaptaron al clima y su estructura es un mecanismo de defensa para sobrevivir

b. En general las plantas hacen la fotosíntesis en las hojas. ¿cómo y dónde imaginas que las plantas de desierto, llevan a cabo este proceso de fotosíntesis?

En su estructura interna

❖ Reflexiona: algunas plantas de desierto de la colección del Jardín Botánico, están cubiertas por una capa blanca, ¿a que crees que se debe esto?

Para que se mantengan de acuerdo a su temperatura, es decir como para que haga calor, pues estas partes pertenecen al desierto

❖ Las plantas de desierto, se encuentran en zonas en las que hay cambios extremos de temperatura, ¿tiene esto que ver con la forma de sus hojas?

pues si son más diferentes por los cambios de temperatura extrema



❖ ¿Cómo sobreviven si no cae agua en prolongados períodos de tiempo?

Porque guardan agua en sus estructuras internas.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- ❖ ¿Para que les sirven las espinas y que origen tienen?
es un mecanismo de Defensa, y han evolucionado a partir de tantos cambios

HUMEDAL

- ❖ ¿Qué adaptaciones le permiten al loto permanecer a flote?
que es una planta acuática para estar en el agua pues acuática, y se adapta a flotar a todos los animales en su entorno al nivel del agua.
- ❖ Formula y responde dos preguntas respecto a las adaptaciones de las plantas en éste tipo de ecosistema y su relación con el clima.
cómo se adapta las plantas al humedal?

R= Pues flotan se adaptan a todo el ecosistema que hay aquí?

¿Cómo sobreviven al nivel del agua?

R= Pues que flotan y que los animales para ellas no son peligrosas



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

PLANTAS CARNÍBORAS

- ❖ ¿A cuál de los órganos de una planta típica se parecen las trampas de las plantas carnívoras?

Explique

Es similar a otra clase de planta
Carnívora que tiene como la misma
una trampa y también mata al
insecto así mismo así igual

- ❖ ¿Para qué les sirve a las plantas insectívoras, atrapar insectos?

Es para encontrar un complemento
en nutrición

ORQUÍDEAS

- ❖ Las orquídeas son flores de gran atractivo por sus colores, forma y aroma. ¿Cuáles son las posibles razones para ser tan llamativas?

Para atraer a los
insectos

- ❖ Las orquídeas son plantas epífitas (del griego *epi* sobre y *phyton* planta). ¿Por qué se han adaptado a vivir en esas condiciones?

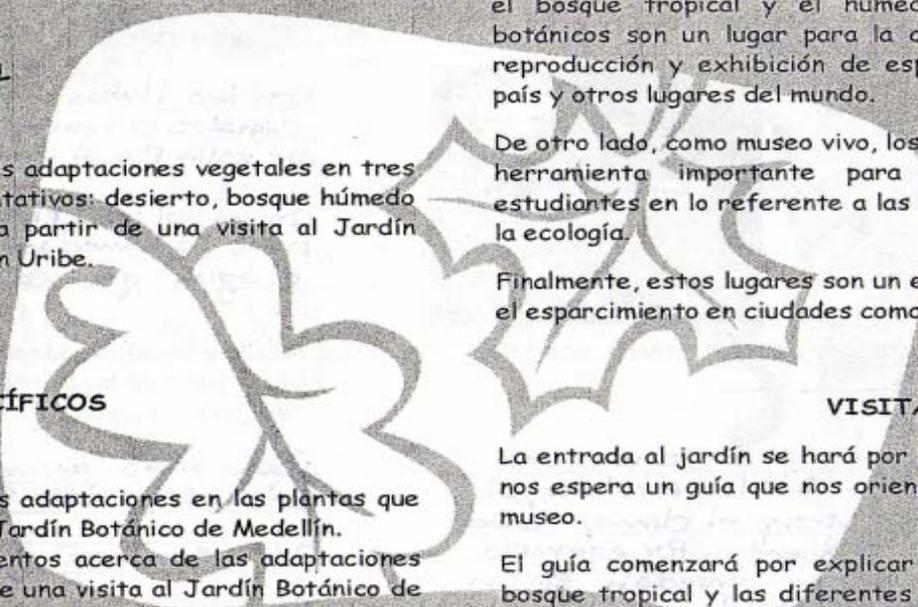
Por los diferentes cambios y
aves el ser humano las
convierte en domesticas



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ANEXO 9

Guía final para la visita al Jardín Botánico



GUIA PARA LA VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO
JOAQUÍN ANTONIO URIBE DE MEDELLÍN

OBJETIVO GENERAL

Identificar diferentes adaptaciones vegetales en tres ecosistemas representativos: desierto, bosque húmedo tropical y humedal, a partir de una visita al Jardín Botánico José Joaquín Uribe.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer diferentes adaptaciones en las plantas que se coleccionan en el Jardín Botánico de Medellín.
- Aplicar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico de Medellín.
- Confrontar los conocimientos acerca de las adaptaciones vegetales, a partir de una visita al Jardín Botánico José de Medellín.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico es un museo vivo donde hay colecciones de plantas y de ecosistemas representativos como el desierto, el bosque tropical y el humedal, además, los jardines botánicos son un lugar para la conservación, investigación, reproducción y exhibición de especies representativas de país y otros lugares del mundo.

De otro lado, como museo vivo, los jardines botánicos son una herramienta importante para el aprendizaje de los estudiantes en lo referente a las ciencias como la botánica y la ecología.

Finalmente, estos lugares son un espacio para la recreación y el esparcimiento en ciudades como la nuestra.

VISITA

La entrada al jardín se hará por la portería principal, donde nos espera un guía que nos orientará en el recorrido por el museo.

El guía comenzará por explicar las características de un bosque tropical y las diferentes plantas que lo conforman. Una vez hecho el trabajo de reconocimiento del lugar, los estudiantes dispondrán de 15 minutos para hacer una observación del entorno, luego, responderán las preguntas referidas a éste ecosistema en particular.

Este procedimiento se repetirá en el recorrido por la zona del desierto y el humedal.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

ACTIVIDAD

BOSQUE TROPICAL

- ❖ Encontrándonos en el bosque, se observa una gran densidad de vegetación, tanto de individuos como de especies propias de este tipo de ecosistema. De las observaciones hechas, ¿qué puedes catalogar como adaptación vegetal? Explica.



una adaptación vegetal es cuando una planta se adapta a la temperatura, al terreno, en donde viven, el clima, cuando se adapta al ambiente, por ejemplo las plantas que se enredan en un tronco para buscar el sol...

- ❖ ¿Cómo crees que enfrentan las plantas del bosque tropical, las fuertes precipitaciones en este tipo de ecosistema?

Con las lluvias: existen como unos canales o ventas para que el agua se vaya por ahí y así protegerse.

Con el sol: se protegen con su humedad, pues la humedad que ellas preservan, el agua que conservan dentro de ellas.

Formula y responde dos preguntas respecto a las adaptaciones de las plantas en éste tipo de bosques y su relación con el clima.

¿Son más grandes las hojas del suelo o las que están arriba?

R/= son más grandes las del suelo

el jardín botánico es un museo vivo?

R/= SI

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

Hay mas variedad

Hay menos variedad

❖ ¿Por qué hay plantas que tienen que trepar a grandes alturas en los bosques?

Para alcanzar o buscar el sol.

❖ ¿Cómo es el tallo de estas plantas?

es más bien delgado en algunas plantas, en otras no es más bien grueso, depende la planta hay mucha variedad

❖ Compara las hojas de las plantas de sotobosque con las de dosel.

SOTOBOSQUE	DOSEL
Son más grandes	Son más pequeñas
hay más visibilidad para verlas	hay menos visibilidad para verlas

DESIERTO

❖ Según lo que observas en la representación del ecosistema



El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

desértico, intenta responder, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, la apariencia de las plantas que observas y la función de sus estructuras:

a. Las plantas de desierto, tienen espinas que son hojas modificadas, o pueden no presentar esta estructura. ¿Qué crees que sucedió en el proceso evolutivo del tallo y las hojas de estas plantas para que ocurrieran dichas adaptaciones?

Pues para tener un mecanismo de defensa. O para conservar el agua también. Mejor dicho han tenido siempre un mecanismo de defensa y ha evolucionado. y la planta en si también

b. En general las plantas hacen la fotosíntesis en las hojas, ¿cómo y dónde imaginas que las plantas de desierto, llevan a cabo este proceso de fotosíntesis?

En las hojas o espinas.

❖ Reflexiona: algunas plantas de desierto de la colección del Jardín Botánico, están cubiertas por una carpa blanca, ¿a que crees que se debe esto?

Para mantener su temperatura natural.

❖ Las plantas de desierto, se encuentran en zonas en las que hay cambios extremos de temperatura, ¿tiene esto que ver con la forma de sus hojas?

es depende del tamaño de sus hojas o espinas porque de ahí tiene que ver el agua que gastan



❖ ¿Cómo sobreviven si no cae agua en prolongados períodos de tiempo?

Porque ellas guardan el agua por dentro de ellas

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

- ❖ ¿Para que les sirven las espinas y que origen tienen?

Las espinas son hojas y se han formado así por muchos años modificaron la hoja por espinas y las espinas sirven para protegerse es decir son un mecanismo de defensa.

HUMEDAL

- ❖ ¿Qué adaptaciones le permiten al loto permanecer a flote?

Flotar apesar de las circunstancias, pues los animales el ambiente, y esta flota apesar de ser acuatica.

- ❖ Formula y responde dos preguntas respecto a las adaptaciones de las plantas en este tipo de ecosistema y su relación con el clima.



Porque flota el loto
Porque flotan?
Porque tienen un tejido que les ayuda a sostenerse en el agua.

Pueden florecer?
Puede florecer el loto?

SI.

El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal, a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje

PLANTAS CARNÍBORAS

- ❖ ¿A cuál de los órganos de una planta típica se parecen las trampas de las plantas carnívoras?
Explique

Se parece a otra planta carnívora.

- ❖ ¿Para qué les sirve a las plantas insectívoras, atrapar insectos?

Para aprovechar sus nutrientes

ORQUÍDEAS

- ❖ Las orquídeas son flores de gran atractivo por sus colores, forma y aroma. ¿Cuáles son las posibles razones para ser tan llamativas?

Para atraer insectos

- ❖ Las orquídeas son plantas epífitas (del griego *epi* sobre *phyton* planta). ¿Por qué se han adaptado a vivir en esas condiciones?

Porque han evolucionado por sí solas debido a las condiciones. Además también han coevolucionado con los insectos

