



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA
DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE
DE LA BIOTECNOLOGÍA APLICADA A TEMAS
AMBIENTALES: UN ESTUDIO DE CASO CON ALUMNOS
DE GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
SOL DE ORIENTE**

Gustavo Adolfo Celis Villa

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Medellín, Colombia

2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA
DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE
DE LA BIOTECNOLOGÍA APLICADA A TEMAS
AMBIENTALES: UN ESTUDIO DE CASO CON ALUMNOS
DE GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
SOL DE ORIENTE**

Gustavo Adolfo Celis Villa

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Dr. Juan Diego Cardona Restrepo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Medellín, Colombia

2013

Dedicatoria

*A los estudiantes de la Institución Educativa
Sol de Oriente por su dinamismo y ganas de
superación.*

Agradecimientos

A mi familia por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional, especialmente a Mí Madre, Juan David y Manuela.

A Juan diego Cardona Restrepo, director de mi trabajo de grado que con su experiencia, conocimiento y paciencia me oriento durante la elaboración del trabajo de grado.

A los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Sol de Oriente que participaron en este proyecto.

A la Institución Educativa Sol de Oriente y su Rector Juan Diego Restrepo Escobar, por todo su apoyo durante la realización de este proyecto.

A la Universidad Nacional de Colombia y sus docentes por todas las oportunidades, espacios y conocimiento que me brindaron, permitiendo culminar con una etapa más en mi proceso de formación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron con su experiencia, colaboración y conocimientos.

Resumen

El propósito principal de esta tesis es el diseño de una unidad didáctica mediante la aplicación de actividades de enseñanza y aprendizaje sobre biotecnología e investigación como estrategia metodológica en el proceso instructivo, cuyo tema central es la preservación de los recursos naturales del cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente, buscando a partir de su aplicación un aprendizaje significativo en los estudiantes de manera que los guíe y ayude en el desarrollo de la media técnica y en la adquisición de competencias en investigación.

La unidad didáctica denominada “Con biotecnología construimos ambiente” se aplicó a 38 estudiantes de grado décimo preinscritos en la Técnica en Preservación de Recursos Naturales, teniendo en cuenta los estándares a desarrollar, basados en el modelo pedagógico de la institución (Holístico transformador), con una propuesta constructivista que permite a los estudiantes ser parte activa de su formación y direccionándolos en la toma de decisiones frente a su futuro profesional. El enfoque de la propuesta favorece el acercamiento entre la ciencia y el entorno, consiguiendo una comprensión del significado social del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico fundamentado en sus propuestas de investigación y la apropiación de los saberes. Hecho que se evidencia en sus producciones, tales como: las redes sistémicas, los informes personales y las propuestas de investigación, que les permitió observar, evaluar y actuar sobre su entorno.

La aplicación de la unidad didáctica permitió hacer una reflexión del saber propio del docente, del saber de los estudiantes y del contexto. Se estructuraron actividades que se desarrollaron en un tiempo determinado para la consecución de unos objetivos didácticos, dando respuesta a asuntos curriculares como el qué enseñar, cómo enseñar y a la evaluación desde criterios de regulación y autorregulación del aprendizaje, logrando integrar en el proceso de metacognición al docente, al estudiante y el saber pedagógico y didáctico del primero.

Palabras claves: Unidad didáctica, aprendizaje significativo, recursos naturales, ciencia, biotecnología, sociedad, investigación escolar.

Abstract

The main purpose of this thesis is to design a teaching unit by applying biotechnology learning activities and research as a methodological strategy in the teaching-learning process, whose central theme is the preservation of the natural resources of Pan de Azúcar mountain and Educational Institution Sol de Oriente, looking after its implementation meaningful learning in the students for guiding and helping them in the development of technical media.

The teaching unit "With biotechnology built environment" was applied to 38 students pre-registered for the Technique in Natural Resources Preservation, taking into account the standards to be developed, based on the pedagogical model of the institution (Holistic Transformer) with a constructivist proposal allowing the student to be an active part of their training and directing them in making decisions about his future career.

It manages to make a rapprochement between science and the environment, getting an understanding of the social significance of scientific and technological development based on their research proposals and appropriation of knowledge, as evidenced in systemic networks, in personal reports and research proposals that allowed them to observe, evaluate and act on their environment.

The application of the teaching unit allowed to do a reflect the teacher's own knowledge, knowledge of students and the context. The structured activities that took place in a certain time to the achievement of learning objectives, responding to issues like the teaching curriculum, and teaching and assessment from regulatory criteria and self-regulated learning, achieving integration in the process of metacognition to teacher, the student and pedagogical knowledge and teaching.

Keywords: Learning Unit, meaningful learning, biotechnology, natural resources, science, technology, society, research.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	13
1 Planteamiento del problema	14
1.1 La Institución Educativa	14
1.2 La enseñanza de las ciencias naturales	15
2 Referente teórico	16
2.1 La Unidad Didáctica como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y educación ambiental.	19
2.2 Evaluación continua de los aprendizajes	22
2.3 La Biotecnología como elemento articulador para la enseñanza de las ciencias.	23
3 Objetivos	26
3.1 Objetivo General.....	26
3.2 Objetivos Específicos.....	26
4 Metodología	27
4.1 Etapa 1. Diseño y estructura de la unidad didáctica.....	28
4.2 Etapa 2. Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente”	28
4.2.1 Fase de exploración de conceptos o explicación inicial	29
4.2.2 Fase de introducción de nuevos conocimientos	29
4.2.3 Fase de estructuración y síntesis	30
4.2.4 Fase de aplicación	30
4.3 Etapa 3. Actividades de evaluación.	31
4.4 Recursos:	31
5 Desarrollo de la unidad didáctica	32
5.1 Estándares de competencia (MEN 2006).....	32
5.1.1 Indicadores	32
Me aproximo al conocimiento como científico (a) natural.	32
Manejo conocimientos propios de las ciencias	33
Entorno vivo	33
Entorno físico	33

Ciencia, tecnología y sociedad.....	33
Desarrollo compromisos personales y sociales.....	34
5.1.2 Contenidos	34
5.2 Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente”.....	34
5.2.1 Fase de exploración de conceptos o explicación inicial.	34
5.2.2 Fase de introducción de nuevos conocimientos:.....	37
5.2.3 Fase de estructuración y síntesis.....	37
5.2.4 Fase de aplicación.....	38
6 Resultados y discusión	38
6.1 Resultados y discusión evaluación diagnóstica inicial	39
6.2 Resultados cuestionario KPSI sobre preservación de recursos naturales. Diagnóstico inicial	48
6.3 Resultados y discusión aplicación unidad didáctica y su influencia en las propuestas de investigación.....	49
6.4 Resultados y discusión de la evaluación final.....	52
6.5 Resultados cuestionario KPSI sobre preservación de recursos naturales. Evaluación final.....	60
7 Conclusiones y recomendaciones	61
7.1 Conclusiones.....	61
7.2 Recomendaciones.....	64
BIBLIOGRAFÍA	66
A. Anexo. Lectura Motivadora	68
B. Anexo. “Trabajo en equipo”.....	71
C. Anexo. Trabajo colaborativo	73
D. Anexo. Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente	75
E. Anteproyecto significativo	118

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2- 1 El ciclo de aprendizaje de acuerdo con Sanmartí (1995) y con Jorba y Sanmartí (1996, p. 40).....	21

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 6-1 Ubicación del Cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y los barrios	40
Tabla 6-2 Condiciones ambientales del Cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente.....	42
Tabla 6-3 Usos y cuidados del suelo del cerro Pan de Azúcar.....	44
Tabla 6-4 Características y mejoramiento del suelo en el Cerro Pan de Azúcar	46
Tabla 6-5 Resultados Informes Personales (KPSI) Preservación de Recursos Naturales. Diagnóstico inicial	49
Tabla 6-6 Anteproyectos de investigación - Propuesta inicial.....	50
Tabla 6-7 Anteproyectos de investigación – Propuesta final	51
Tabla 6-8 Ubicación del cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y los barrios – evaluación final	52
Tabla 6-9 Condiciones ambientales del cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente - Evaluación final.....	54
Tabla 6-10 Usos y cuidados del cerro Pan de Azúcar - Evaluación final	56
Tabla 6-11 Características y mejoramiento del suelo del cerro Pan de Azúcar - Evaluación final.....	58
Tabla 6-12 Resultados Informes personales (KPSI) Preservación de recursos naturales. Evaluación final.....	60

Abreviaturas

Abreviatura	Término
--------------------	----------------

KPSI	Informes personales
------	---------------------

Introducción

Con este proyecto se ha diseñado una propuesta didáctica innovadora que favorece el trabajo en equipo entre los estudiantes, que integra varias áreas del conocimiento, que responde a las inquietudes y preocupaciones de ellos y, sobre todo, que ofrece soluciones plausibles a las problemáticas que se presentan en el ámbito de la comunidad educativa. Para lograr lo anterior, la propuesta se caracteriza porque es llamativa, cautiva a los estudiantes, despertando la curiosidad y las ganas por aprender, pues, por diversas razones, los estudiantes en la Institución han perdido la motivación intrínseca hacia el aprendizaje.

Surge entonces la necesidad de buscar alternativas para conseguir que los procesos instructivos en ciencias sean significativos desde el Aula Ambiental de la Institución Educativa, aplicando herramientas metodológicas y didácticas como las unidades didácticas que facilitan la planificación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, en aras de convertirse en una experiencia diferente para los estudiantes, en la cual, a través de sucesivas aproximaciones a los objetos de conocimiento, ellos mismos pueda ir construyendo sus significados.

Para los estudiantes que están culminando el ciclo de la educación básica secundaria no ha sido fácil –en el marco de las metodologías de enseñanza tradicionales que guían las prácticas de los maestros– conocer, aprender, entender el sentido y aplicabilidad de las ciencias naturales y la educación ambiental, y su importancia; de ahí que se pretenda entonces con esta unidad didáctica que involucra algo cotidiano como tema de interés para los educandos, mostrar la importancia, las aplicaciones y los conceptos del conocimiento escolar a enseñar en función del conocimiento científico y el de sentido común o espontáneo.

El desarrollo de ésta propuesta tiene como eje central la biotecnología, bajo el lema “*Explorar los seres vivos, investigarlos. Estudiar química, física y biología nos sirve para*

aprender y desarrollar la tecnología del hombre". Los contenidos programáticos y temáticos hacen parte del módulo ambiental, de la media técnica con énfasis en preservación de los recursos naturales de la Institución Educativa Sol de Oriente. Con esta logramos que los y las jóvenes de décimo grado se motiven e interesen por el área en cuestión y desarrollen las competencias del ser, el conocer y el hacer, pilares fundamentales de la educación contemporánea. La misma desarrollará unas aptitudes y actitudes científicas en los estudiantes que posibiliten la articulación de las disciplinas científicas y sociales con la aplicación de los nuevos saberes a la resolución y atención a situaciones problemas del entorno inmediato; sin excluir los compromisos ético-morales derivados del uso, aplicación y apropiación del conocimiento científico.

1 Planteamiento del problema

1.1 La Institución Educativa

La Institución Educativa Sol de Oriente fue inaugurada en el año 1998, período en el cual se estaban viviendo algunas problemáticas en la ciudad relacionadas con la invasión de terrenos no aptos para la construcción de viviendas por parte de personas en condición de desplazados, y por ende, del subsecuente reordenamiento de las laderas de Medellín. Esta situación trajo consigo la complejización de la realidad socio-cultural y política de la zona, acarreado así mismo, problemas de índole económico y de convivencia entre los nuevos habitantes.

Las dificultades en el comportamiento y la disposición para el aprendizaje de los estudiantes, no sólo de las Ciencias Naturales sino de otras áreas, puede deberse a las difíciles condiciones socio-económicas y afectivas que éstos viven en su contexto. Lo anterior precisa de la implementación de estrategias y metodologías activas y participativas que consideren los intereses y expectativas de los estudiantes, que

potencien sus búsquedas y un desarrollo del sentir-pensar-hacer de manera integral; permitiendo desarrollar competencias afectivas, cognitivas, comunicativas, sociales y laborales, con el fin de transformar la realidad. Implementar este tipo de modelo no es fácil, máxime cuando la institución educativa en muchas ocasiones no ofrece los medios ni los espacios para que estas actividades innovadoras y pertinentes se planeen como un programa institucional. Como plantea Isaza (2001), en los escenarios y ambientes sociales en los que predomina la violencia, el maltrato y la carencia de afecto requieren de la formulación y ejecución de estrategias efectivas y oportunas desde las labores cotidianas del aula para menguar su incidencia en el proceso formativo de los estudiantes.

1.2. La enseñanza de las ciencias naturales

Los maestros de ciencias naturales compartimos diversas inquietudes y experiencias, lo que permite descubrir que en muchos contextos diferentes al propio, ocurren problemáticas similares en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos y procedimientos científicos. Algunas inquietudes expresadas por los educadores giran en torno a:

- La preocupación latente al comprobar el poco éxito en sus esfuerzos para que los estudiantes aprendan.
- El exiguu aprendizaje y el interés decreciente de los estudiantes por el saber formal que se enseña en la escuela.
- Las dificultades de los estudiantes –y a veces de los maestros- para la comprensión de conceptos.
- La poca atención que se le presta desde la educación en ciencias a los aspectos actitudinales, motivacionales y afectivos inherentes a todo proceso de formación.
- La descontextualización del currículo de ciencias frente a una sociedad del conocimiento que exige nuevos retos y roles a la escuela.

Esto ha llevado a pensar que, si un estudiante no obtiene el éxito académico se debe a su falta de capacidad intelectual, poco interés y dedicación hacia el estudio; considerando así al estudiante (familia o contexto social) como el responsable de su

fracaso escolar, y pocas veces se duda del método de enseñanza (Gallego, Celis, y Arias, G. 2010).

Se plantean entonces algunos interrogantes: Qué otras formas de aprendizaje se sugieren o cómo cambiar el modelo de enseñanza y aprendizaje, de manera que las formas clásicas de aprender o el entorno social no sigan siendo las razones para un aprendizaje mecánico o deficiente.

2 Referente teórico

En la clase de ciencias naturales, “los estudiantes necesitan aprender conceptos y construir modelos, desarrollar destrezas cognitivas y el razonamiento científico, el desarrollo de habilidades experimentales y de resolución de problemas. Todo esto debe darse teniendo en cuenta el desarrollo de actitudes y valores, es decir, que los alumnos deben formarse una imagen de la ciencia” (Pozo y Gómez, 1998, p. 31), construida desde sus propias experiencias de aprendizaje. Como reporta Angulo (2004), un ejemplo es el currículo de Ciencias Combinadas del Programa Británico de Certificación Internacional en Educación Secundaria General (IGCSE en sus siglas en inglés) que presenta los siguientes objetivos específicos de la enseñanza de la ciencia:

- *Proveer a través del estudio y la práctica de las ciencias experimentales a los alumnos del nivel secundario, la adquisición del entendimiento y el conocimiento de los conceptos, principios y la aplicación de la biología, la química, la física y otras ciencias relacionadas como la ecología y las ciencias de la tierra, para que los alumnos puedan convertirse en ciudadanos seguros en un mundo de la tecnología y el conocimiento, capaces de desarrollar o tomar una posición informada en asuntos científicos. Esto implica saber reconocer la utilidad y las limitaciones de la*

investigación y el método científico y apreciar su utilidad en otras disciplinas y en la vida cotidiana, así como estar capacitados para continuar estudios más avanzados en ciencias naturales.

- *Desarrollar habilidades y capacidades que sean relevantes al estudio y a la práctica de las ciencias naturales. Que sea útil en la vida cotidiana de los alumnos, es decir que sirva para mejorar sus condiciones de vida, promueva la práctica segura de la ciencia y la comunicación efectiva y segura de los alumnos con sus pares, con la comunidad y con el mundo.*
- *Que estimule la curiosidad, el interés y el disfrute de la ciencia y sus contenidos, así como sus métodos de investigación. Que estimule el interés y el cuidado por el medio ambiente.*
- *Promover la concientización de que la ciencia no sucede en el vacío sino que parte del estudio y la práctica de actividades cooperativas y acumulativas relacionadas con las influencias sociales, económicas y tecnológicas y con atribuciones y limitaciones éticas y culturales. Que la aplicación de la ciencia puede ser al mismo tiempo beneficiosa y perjudicial a la persona, la comunidad y al medio ambiente. Y que los conceptos de la ciencia son de naturaleza en desarrollo y a veces transitorios, y que ésta trasciende las fronteras nacionales y que su lenguaje es universal.*
- *Presentar a los estudiantes los métodos usados por la ciencia y la forma en la que los descubrimientos científicos son realizados*

La enseñanza del área de ciencias naturales y educación ambiental, requiere de un enfoque sistémico y articulado al contexto, a la comunidad y a las condiciones ambientales, a esto, Capra (1998) lo llama la visión holística del mundo o visión ecológica, según la cual todos los fenómenos, individuos y sociedades estamos interconectados e inmersos en los procesos cíclicos de la naturaleza. Esta visión también se apoya en la ecología social, reconoce la necesidad de hacer más coherentes las estructuras sociales, económicas y las tecnologías con la naturaleza.

Esta concepción sistémica, basada en la ecología profunda y la ecología social, también plantea la emergencia de nuevos valores como los de conservación, cooperación, calidad

y asociación y una nueva ética basada en el respeto a la vida. Así mismo, al llamarse ecológica la nueva visión de la realidad enfatiza que la vida está en el centro de este enfoque, con lo cual es posible plantear que un pensamiento sistémico hace un giro hacia las ciencias de la vida.

Por otro lado la biotecnología se define como el uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para conseguir o modificar productos de valor para el hombre y con aplicaciones en diferentes campos como la medicina, la industria y el ambiente. Esta no es en sí misma una ciencia, es un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias como la biología, la genética, la microbiología, la agronomía, la química, la medicina y la veterinaria entre otras.

A pesar de las diversas líneas que hacen referencia a la biotecnología, el común de ellas es que implica el desarrollo de un conjunto de procesos que involucran el uso de los sistemas biológicos y microorganismos y la aplicación de los principios de la ciencia y la ingeniería con innovaciones tecnológicas para la producción de bienes y servicios y el desarrollo de actividades científicas y de investigación.

La biotecnología es una herramienta tecnológica que permite el aprovechamiento de recurso biológico mediante procesos optimizados y mejorados que conllevan a un desarrollo agropecuario, ambiental y social sostenible. Es por esto que la biotecnología se ha convertido en las últimas décadas en el centro de investigaciones científicas de punta con una gran inversión por parte de los gobiernos, y ha hecho que pensemos en esos lazos existentes entre el bienestar humano, la estabilidad social y los procesos naturales del planeta y que sustentan la vida. Nos damos cuenta de que la capacidad de la tierra de continuar ofreciendo aire y agua pura, suelos productivos y una rica diversidad vegetal y animal es fundamental para asegurar nuestra calidad de vida y la de futuras generaciones.

Esas posibilidades que ofrece la biotecnología en un contexto social como el nuestro, se convierte en una posibilidad de enseñanza de las ciencias, que dadas sus características puede favorecer la enseñanza y el aprendizaje significativo y con sentido. De acuerdo con Gagliardi y Giordan (1986), decidir cuál es la información o conocimiento que se va a enseñar no puede hacerse únicamente desde los resultados de la ciencia, ni tampoco

solo en función de supuestas necesidades sociales. No se trata de ir entre la información teórica de 'moda' (por ejemplo, la introducción de la Biología molecular) y las 'recetas prácticas', lo importante es lograr que los estudiantes desarrollen la capacidad de aprender y de utilizar los conocimientos científicos.

Las unidades didácticas utilizadas como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias teniendo como eje articulador la biotecnología, orientan y facilitan el estudio de un tema específico en el área; también permiten reconocer que cada estudiante en el proceso de aprendizaje construye su propio conocimiento y en esta elaboración sus concepciones o ideas previas, sus vivencias y formas de razonamiento juegan un papel muy importante, pues permiten la reestructuración de los saberes del estudiante y el reconocimiento de sus ritmos y estilos de aprendizaje.

En consecuencia, esta integración de procesos físicos, químicos, biológicos, ecológicos y sociales en una red de conceptos y modelos le permite a los estudiantes contar con una teoría integral de la vida y del universo, dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano holístico, equitativo y sostenible que le proporciona una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad, con la naturaleza armónica y con la preservación de la vida en el planeta, en el marco de una educación ambiental desde la sostenibilidad y la tecnología.

2.1 La Unidad Didáctica como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y educación ambiental.

Las unidades didácticas se organizan y estructuran bajo la óptica del ciclo de aprendizaje, los principios de la meta cognición y autorregulación del aprendizaje y el enfoque constructivista según las fases que se citan a continuación (Jorba y Sanmartí, 1996):

- Actividades de exploración o de explicitación inicial: las cuales sitúan al estudiante en la temática objeto de estudio y buscan captar su atención; a la vez que permiten diagnosticar y activar conocimientos previos. Este tipo de actividades contribuye a que los estudiantes formulen hipótesis desde situaciones, vivencias e

intereses cercanos. Algunos ejemplos para este tipo de actividad son: presentar una situación problema real o imaginaria, elaborar preguntas a partir de una salida, una presentación audiovisual, un diario, una revista, u otro tipo de actividad que contribuya al desarrollo de la unidad didáctica en el aula. También, es oportuno realizar entre estas actividades un esquema o armar un mapa conceptual a partir de los conocimientos de los alumnos.

- Actividades de introducción de los nuevos conocimientos: orientadas a observar, comparar o relacionar cada parte de lo que captó el estudiante inicialmente, de manera que se vean abocados a interactuar con el material de estudio, con sus pares y con el docente, buscando elaborar conceptos más significativos. Algunos ejemplos son: consultar bibliografía, diarios, revistas, realizar entrevistas, organizar datos, discutir experiencias, proyectos, mensajes de un libro, de una película, de un programa televisivo; hacer diagramas de flujo, escribir conclusiones, ideas principales, analizar casos, entre otros.

- Actividades de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos: con las que se pretende ayudar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción con el maestro, los compañeros y el ajuste personal. De este modo se pueden desarrollar actividades como: completar o realizar cuadros sinópticos, esquemas, diagramas, cuadros comparativos, mapas conceptuales; plantear recursos pertinentes que muestren las ideas principales y la relación entre las mismas.

- Actividades de aplicación: este tipo de actividades le permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares. Así que se pueden trabajar en este caso: la interpretación de textos, gráficos, esquemas, documentos, realizar una maqueta, observar un audiovisual, una presentación, participar en debates, mesas redondas, resolver y proponer ejercicios, situaciones conflictivas, participar en competencias, analizar casos, etc.

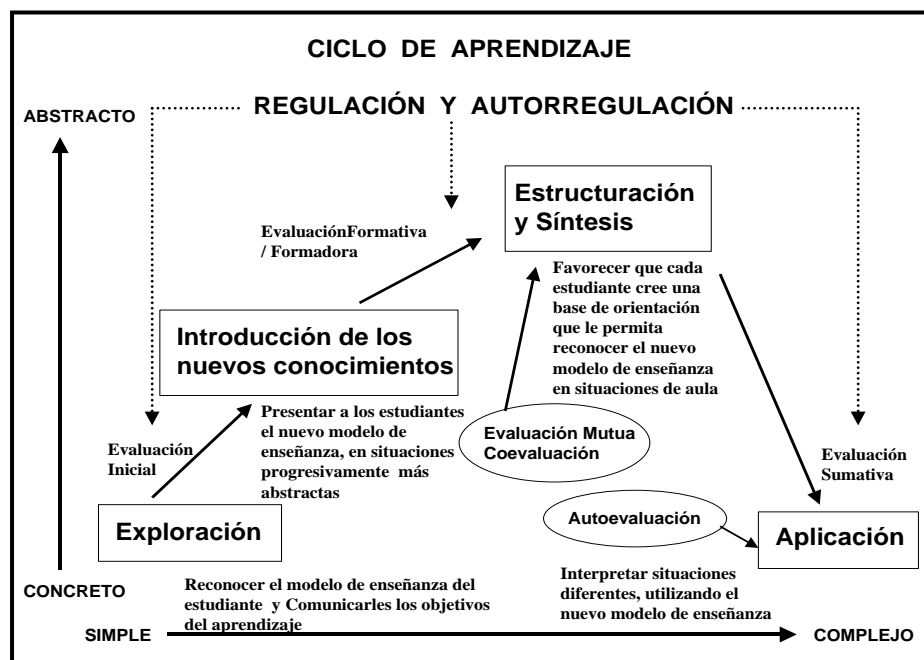


Figura 2- 1 El ciclo de aprendizaje de acuerdo con Sanmartí (1995) y con Jorba y Sanmartí (1996, p. 40).

Las unidades didácticas basadas en el ciclo de aprendizaje promueven la regulación y la autorregulación de los educandos, la primera acompañando e incidiendo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y la segunda como finalidad última del aprendizaje individual-autónomo circunscrito al sujeto cognoscente (Angulo, 2002). En este sentido, dicha regulación se promueve y se controla entre otros, desde la esfera de la evaluación en sus diferentes momentos -evaluación inicial, formativa y sumativa- y desde los actores principales que participan en ella -autoevaluación, coevaluación, y heteroevaluación- (Angulo, 2001). La evaluación, como factor inseparable del proceso de enseñanza y aprendizaje es necesaria ya que, ayuda a los maestros a detectar las dificultades de los estudiantes, y sobre todo, a partir de este diagnóstico, facilitarles los mecanismos para que ellos reconozcan sus debilidades e identifiquen las causas con el fin de superarlas (Jorba y Sanmartí, 1996).

2.2 Evaluación continua de los aprendizajes

Se plantea que la evaluación es fundamental en el diseño de una unidad didáctica, en donde para cada actividad es necesario detectar las dificultades de los estudiantes y, sobre todo, facilitarles el conocimiento de estrategias para que reconozcan sus propios obstáculos, analicen las causas y puedan superarlas. Los diferentes tipos de evaluación (inicial, formativa/ formadora y sumativa) que pretenden llevar a la evaluación mutua y coevaluación y la autoevaluación de los procesos en el aula hacen parte fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996).

La evaluación pretende Integrar la enseñanza, el aprendizaje y la valoración para apreciar el progreso en el aprendizaje de los estudiantes que permite establecer las necesidades de ellos, para plantear acciones que potencien sus fortalezas o en el caso puntual, reforzar sus falencias en la construcción del conocimiento. El docente debe perseguir el estímulo de la creatividad, la orientación para la búsqueda y procesamiento de la información apropiada y la toma de decisiones correctas (Peña, 2004) en su quehacer educativo, y correlacionarlo con la forma mediante la cual evalúa el nivel de adquisición de los saberes en sus educandos.

El portafolio como estrategia de evaluación.

Como parte de la tarea de aprender en las instituciones, la evaluación en sí misma debe ser dinámica, mediada y servir para configurar en la mente de los estudiantes instrumentos de autoconocimiento, de potenciación de sus capacidades y, de estrategias para la planificación de las actuaciones frente a futuros posibles.

El portafolio permite la regulación y autorregulación basada en los conocimientos, dificultades y avances del estudiante y atravesada por la reflexión, da cuenta del proceso vivido desde la intención de un maestro como un intelectual, que reflexiona tejiendo hábilmente la práctica pedagógica con la teoría.

Se puede definir el portafolio como un procedimiento de recolección de datos que facilita la autoevaluación y coevaluación. Se centra en el trabajo productivo de quien lo elabora y provee evidencia verdadera y concreta de lo que las personas aprenden en su interacción con la realidad y, también de lo que pueden hacer para lograr sus propósitos.

El portafolio responde a dos aspectos esenciales del proceso de enseñanza y aprendizaje: primero permite comunicación e interacción entre el maestro y el estudiante y, por otro lado, como evaluación facilita el seguimiento a procesos y evidencias reales.

El portafolio permite procesos de autoevaluación y autorregulación del aprendizaje de los estudiantes. los estudiantes tienen que saber por qué hacen lo que hacen y tienen que darse cuenta de las ventajas que tiene hacerlo de esta manera y no de otra. En esencia permite evaluar lo que el estudiante proyectara en la vida real.

La Biotecnología como elemento articulador para la enseñanza de las ciencias.

Hoy en Colombia se cuestionan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes presentan una gran problemática socio-económica, un marcado desinterés en aprender ciencias y las instituciones educativas se enmarcan en modelos, estructuras curriculares y didácticas no acordes con la evolución de la sociedad y menos con la globalización.

Se plantea la pertinencia de incorporar la biotecnología en la enseñanza de las ciencias naturales como una alternativa que permita a los estudiantes un mejor aprendizaje, despertar el interés, facilitar la comprensión de conceptos y desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje contextualizados y situados.

Es así, como la UNESCO (1990), señala que los contenidos en Biotecnología deberán contemplar una visión general, su historia, principios y aplicaciones, implicaciones sociales y consideraciones para su implementación. Como contenidos específicos para enseñar en las clases de ciencias, en especial de Biología, propone temas sobre genética humana, fermentación, inmunología práctica, biotecnología vegetal y ética.

Robinson (2010) nos dice que el análisis de las publicaciones internacionales, permite conocer las potencialidades y relevancia de la Biotecnología para la enseñanza y la comprensión de la naturaleza de las ciencias, propuestas de contenidos, metodologías y actualización de los programas de formación inicial y permanente de profesores de Biología. Igualmente puede evidenciarse que los procesos de corte biotecnológico llegan al aula mediante diferentes mecanismos y bajo diversos objetivos, que van desde los formativos en el plano conceptual, su utilización para el desarrollo de habilidades y destrezas que buscan aportar desde lo referente a competencias laborales hasta su inclusión en propuestas didácticas que pretenden contribuir a mejorar las actitudes frente a la ciencia y su aprendizaje, y a la formación de ciudadanos y ciudadanas con apropiación social de la ciencia, o alfabetización científica y tecnológica, que promueva la discusión, reflexión y crítica.

Valbuena (1998) indica que a partir de actividades prácticas en el laboratorio, bajo la técnica de cultivo de tejidos vegetales in vitro, y formulación de proyectos de los estudiantes, se obtienen resultados relacionados con la problematización conceptual; el establecimiento de jerarquías e interrelaciones entre conceptos biológicos; la identificación y manejo de variables en situaciones experimentales; la sistematización, reflexión, análisis contextual y conceptual; la adquisición de destrezas en el manejo de material de laboratorio; la proposición de proyectos; el desarrollo de un lenguaje técnico y en cierta medida próximo al científico sobre la aplicación biotecnológica; la valoración del trabajo escolar y de los recursos genéticos, así como para la conservación de la diversidad; el mejoramiento del clima escolar; el fortalecimiento de actitudes para la discusión, la disciplina de trabajo y posturas éticas; la manifestación de expresiones artísticas a través del dibujo o a la contemplación de lo estético, de lo vivo; entre otros.

Por su parte, Bolaños et al. (2003), con el fin de mejorar el trabajo académico, ha desarrollado unidades didácticas de Biotecnología con el modelo de enseñanza

aprendizaje como investigación propuesta por Gil (1993), mediante la elaboración y aplicación de programas guía de actividades, buscando generar cambios conceptuales, procedimentales, metodológicos y actitudinales en los estudiantes. En este sentido, Pulido et al. (2006:144), agrega que, "la implementación de la unidad didáctica con el método de enseñanza-aprendizaje como investigación presentó resultados favorables que podrían ser de alternativa para superar algunas concepciones equivocadas sobre el trabajo científico que se transmite implícita o explícitamente por la enseñanza tradicional".

Roa y Urbina (2005), proponen que al introducir la Biotecnología en la educación básica y media a través de pequeñas investigaciones escolares realizadas por los estudiantes, éstas deben responder a sus intereses, con el fin de fortalecer, formar o desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, creatividad, disciplina de trabajo, análisis de resultados, formulación de problemas, flexibilidad, así como también, generar un pensamiento sistémico, complejo y creativo. Al respecto, Simonneaux (2000), propone el trabajo de actividades mediante juegos de roles y debates estructurados sobre distintas temáticas relacionadas con la Biotecnología. El fin fundamental de las estrategias didácticas puestas en práctica es abrir la escuela más allá del aprendizaje de conocimientos conceptuales. Los saberes se socializan, se contextualizan, los desafíos que se plantean se debaten: se trata de un aprendizaje social.

En este sentido, Melo et al. (2005) proponen una unidad didáctica relacionada con la "Obtención Biológica de Nitrógeno" la cual ha aportado una nueva perspectiva de trabajo académico para la incorporación de la Biotecnología en la educación media, resaltando que las unidades didácticas en Biotecnología deben hacer parte del currículo, organizadas alrededor de una idea central de un tema, enfatizando la naturaleza integrada de las disciplinas. Los autores muestran cómo la enseñanza es un proceso que involucra al docente, al estudiante y a un contexto, y que por ende es necesario adecuar el proceso didáctico a los progresos y procesos de aprendizaje de los estudiantes.

En Colombia, la Línea de Investigación en Biotecnología y Educación de la Universidad Pedagógica Nacional propone la Biotecnología como elemento importante para la enseñanza de las ciencias; han descrito e interpretado proyectos escolares de corte biotecnológico en varias instituciones de educación básica y media, y han propuesto

unidades didácticas bajo el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación, queriendo de esta manera acercar al estudiante a la naturaleza de las ciencias y al establecimiento de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (Acosta, García, y Chavarro, 2008).

Finalmente se tiene que los resultados de investigaciones realizadas en Colombia sobre la introducción de la Biotecnología en la educación, han presentado progresos importantes en relación con el mejoramiento de la dinámica de enseñanza de las ciencias, especialmente en el aspecto biológico, también adelantos en cuanto a las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje y acercamiento hacia la naturaleza de las ciencias y el trabajo científico (Valbuena, 1998; Melo et al., 2005).

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Implementar una estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje que desde la biotecnología permita motivar y cualificar a los estudiantes inscritos a la Media Técnica en Preservación de Recursos Naturales de la Institución Educativa Sol de Oriente.

3.2 Objetivos Específicos

- Indagar sobre las ideas previas que tienen los estudiantes que ingresan al grado décimo sobre la biotecnología y sus campos de acción en la vida cotidiana, con el fin de hacerlos conscientes de sus conocimientos iniciales y obtener datos del estado de éstas para el diseño de una unidad didáctica.
- Diseñar una unidad didáctica que permita articular conceptos ambientales, biológicos y tecnológicos con el desarrollo de procesos biotecnológicos en el

marco de un programa de formación basado en la investigación escolar y como parte de las actividades del Aula Ambiental de la Institución Educativa.

- Motivar a los estudiantes frente a la investigación escolar como estrategia que le dota de las herramientas y competencias para participar activamente en la recuperación del ambiente.
- Evaluar la incidencia de la propuesta sobre el aprendizaje de los estudiantes, enfatizando en los cambios que se aprecian en sus modelos mentales y el grado de motivación que declaran los estudiantes luego de participar en las actividades de la unidad didáctica.

4 Metodología

Se plantea el desarrollo de una unidad didáctica como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y educación ambiental articulada con el desarrollo de una actitud científica en los estudiantes, de manera que les permita acercarse a nuevas metodologías y aplicaciones de los saberes; logrando de esta manera, iniciarse en la formación en Media Técnica y al ciclo profesional que luego permitirá a los estudiantes un mayor compromiso social y académico.

La unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente” se aplica a 38 estudiantes inscritos en la Técnica en Preservación de Recursos Naturales de la Institución Educativa Sol de Oriente. El grupo a intervenir es el grado 10.4 cuya orientación técnica es “Preservación de Recursos Naturales” articulado con el SENA. Se implementa la unidad didáctica teniendo en cuenta los estándares a desarrollar y se parte del modelo pedagógico de la institución (Holístico transformador), con una propuesta constructivista que permite al educando ser parte activa de su formación y la propuesta del SENA de trabajo por proyectos.

El desarrollo de ésta Unidad Didáctica tiene como eje central la biotecnología y la articulación a procesos ambientales de ciudad. La enseñanza de la biotecnología en los jóvenes y niños puede motivarlos a estudiar las ciencias naturales articuladas a otras áreas de conocimiento como tecnología, matemáticas y sociales ofreciendo una mirada holística de los saberes y los ámbitos de investigación.

No es fácil desde metodologías tradicionales llevar al estudiante a conocer, aprender, desajustar, entender lo que son las ciencias y su importancia, pues éstos han estado acostumbrados a ellas y no han logrado obtener una respuesta a sus intereses y necesidades. Se pretende entonces desde esta unidad didáctica involucrar condiciones cotidianas y del contexto como tema de interés para que los estudiantes entiendan su importancia, sus aplicaciones, el papel de los valores, la ética y hacer de su línea de estudio un proyecto de vida.

La propuesta metodológica contempla tres (3) etapas, las cuales se mencionan a continuación:

4.1 Etapa 1. Diseño y estructura de la unidad didáctica

Esta etapa contempla las siguientes actividades:

Elaboración de indicadores de competencia acordes con los contenidos, los estándares y los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental.

Diseño y construcción de actividades propias de una unidad didáctica propuesta por Jorba y Sanmartí (1996) según los momentos del aprendizaje.

4.2 Etapa 2. Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente”

Esta etapa contempla las siguientes fases:

4.2.1 Fase de exploración de conceptos o explicación inicial:

Objetivos de la fase de exploración o de aplicación inicial:

- Motivar al estudiante al estudio de la Media Técnica por medio de un proyecto en el que involucre su participación activa.
- Indagar sobre las concepciones y teorías propias de las ciencias naturales y la educación ambiental necesarias para el manejo y recuperación de los recursos naturales.

Actividades de la fase: Se invita a los estudiantes a trabajar de forma colaborativa y conformación de equipos de investigación. Se hace un reconocimiento de las posibilidades de su entorno y del desarrollo ambiental del mismo, una exploración de conocimientos previos mediante una prueba diagnóstica escrita de preguntas abiertas y el uso de preguntas problematizadoras o de investigación que lleven al estudiante a la conformación de grupos de trabajo relacionados con la intervención de los recursos naturales propios del Cerro Pan de Azúcar en Medellín y de la Institución Educativa.

4.2.2 Fase de introducción de nuevos conocimientos:

Objetivos de la fase de introducción de conceptos / procedimientos o análisis:

Lograr que el estudiante observe, compare, relacione lo que captó inicialmente de cada parte de ese todo que es el sistema ambiental Cerro Pan de Azúcar y sus posibles soluciones desde la biotecnología y de sus propios procesos de indagación e investigación.

Actividades de la fase:

- Formación en la realización y manejo del portafolio.
- Definición de conceptos, consultas, salidas pedagógicas a sitios de interés ambiental de la ciudad, prácticas de laboratorio.
- Observación, comparación y relación de cada uno de los temas trabajados en laboratorio, en clase y sitios de interés en la ciudad.
- Definición de conceptos que enmarcan la investigación (pregunta, objetivos, hipótesis, variables).

Evaluación: con el portafolio se pretende verificar mediante el seguimiento permanente las evidencias que denoten el sentido de responsabilidad y los alcances por parte de los estudiantes así como los procesos de autoevaluación y el progreso en sus saberes.

4.2.3 Fase de estructuración y síntesis

Objetivo de fase de estructuración del conocimiento:

Integrar los conceptos analizados comprendiendo sus relaciones e interacciones.

Actividades de la fase:

- Construcción de marco teórico y determinación de metodologías de investigación, propuesta de cronograma de actividades.
- Integrar los conceptos analizados estructurando y comprendiendo sus relaciones, mediante propuestas de práctica de recuperación de recursos naturales utilizando prácticas biotecnológicas.

Evaluación: se evalúan evidencias en el portafolio como socialización de resultados los trabajos relacionados con preguntas de comprensión lectora, informes de laboratorio, consultas e informes.

4.2.4 Fase de aplicación:

Objetivo de la fase de aplicación:

Lograr que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos a otras situaciones y campos del saber.

Actividades de la fase:

- Aplicación de los conceptos que tienen que ver con la biotecnología, visualizados en proyectos de investigación dirigidos a mejorar las condiciones ambientales y agroforestales del Cerro Pan de Azúcar y de la institución educativa.
- Producto final: se desarrolla trabajo en grupo, proyecto, lectura, creatividad, aplicación de conceptos en la propuesta.

4.3 Etapa 3. Actividades de Evaluación.

Objetivo de la actividad:

Evaluar la estrategia planteada mediante el análisis de la estructuración de los modelos mentales de los estudiantes y la motivación evidenciada o declarada.

Actividades de la etapa:

- Aplicación de cuestionario abierto construcción de red sistémica y comparación con la aplicada en la primera fase.
- Comparación de las propuestas de investigación iniciales con las propuestas de investigación finales.

4.4 Recursos:

Los recursos son los insumos, material o ayudas didácticas y pedagógicas, espacios virtuales (TIC) por medio de las cuales se pretende desarrollar esta propuesta. En estos se incluyen los siguientes:

Humano: Se cuenta con un grupo de 38 estudiantes del grado 10, un docente responsable de llevar cabo la propuesta, profesores y administrativos de la institución donde se desarrolla la propuesta, así como entidades externas vinculadas con las prácticas.

Materiales y recursos pedagógicos: 18 computadores portátiles, 1 video beam, 1 DVD y 1 televisor, una biblioteca dotada con libros del área, y un aula ambiental con material

didáctico, un laboratorio de biotecnología, un aula abierta para prácticas y una ecohuerta con invernadero.

Además se cuentan con museos, universidades y sitios temáticos en la ciudad y articulados a los procesos de la institución.

5 Desarrollo de la unidad didáctica

5.1 Estándares de competencia (MEN, 2006, pp. 136-137)

- Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.
- Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que las constituyen.
- Evalúo el potencial de los recursos naturales, la forma como se ha utilizado en desarrollo tecnológico y las consecuencias de la acción del ser humano en ellas.

5.1.1 Indicadores

Me aproximo al conocimiento como científico (a) natural.

- Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.
- Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.
- Busco información en diferentes fuentes.

- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
- Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las teorías científicas.
- Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.
- Manejo conocimientos propios de las ciencias naturales.

Manejo conocimientos propios de las ciencias

Entorno vivo

- Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes.
- Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.
- Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones.

Entorno físico

- Explico cómo un número limitado de elementos hace posible la diversidad de la materia conocida.
- Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.
- Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.

Ciencia, tecnología y sociedad

- Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.
- Indago sobre aplicaciones de la microbiología en el ambiente y la industria.
- Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.

Desarrollo compromisos personales y sociales

- Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.
- Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.
- Reconozco los aportes de conocimiento diferentes al científico.

5.1.2 Contenidos

Trabajo Colaborativo

Introducción a la investigación

Ecología y medio ambiente

Introducción a la biotecnología

Biotecnología vegetal

Biotecnología ambiental

5.2 Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente”

5.2.1 Fase de exploración de conceptos o explicación inicial.

La fase de exploración consta de cuatro momentos que tienen como objetivo introducir a los temas, la metodología de trabajo y la exploración de saberes previos referentes a la unidad didáctica de manera que los estudiantes se apropien del proceso:

- En el primer momento se da a conocer a los estudiantes los temas y la metodología a trabajar en los dos años de la técnica. Para este proceso se apoya el trabajo en la lectura “Las medidas para combatir el cambio climático no pueden esperar una década” (Anexo A). Se genera un espacio para socializar, y discutir sobre las ideas más importantes de la propuesta de trabajo y de la lectura. Se termina la actividad estableciendo las líneas de trabajo a partir de intervenir los

recursos naturales: agua, suelo, aire, energía, fauna, flora y un correcto manejo de los residuos.

- En el segundo momento se tiene como objetivo generar un trabajo cooperativo entre los estudiantes, trabajar juntos para aprender y que sean responsables del aprendizaje propio y de sus compañeros. Para iniciar se aplica un factor motivador llamado “Asamblea en la carpintería”. A partir de éste, su reflexión y socialización se conforman equipos de trabajo de cinco estudiantes, los cuales se asignan roles según sus perfiles (Anexo B). Para aplicar lo aprendido se realiza una práctica de construcción de una estructura a partir de materiales simples. Se socializan resultados y se evalúa el trabajo en equipo (Anexo C).
- En el tercer momento se tiene como objetivo la exploración de los conocimientos previos de los estudiantes mediante una prueba diagnóstica y, detectar aquellas ideas que tengan de su entorno derivadas de su experiencia cotidiana relacionadas con los recursos naturales y su concepción de manejo sobre ellos. Los estudiantes responden de manera individual lo que consideren sobre las siguientes preguntas:

El cerro Pan de Azúcar es el referente de nuestro barrio y es referente para la ciudad.

1. ¿Dónde está ubicado el cerro Pan de azúcar y nuestra Institución?
2. ¿Cuáles son las quebradas que influyen en el Cerro Pan de Azúcar y sus habitantes?
3. ¿Qué barrios tienen que ver con el cerro Pan de Azúcar?
4. Describa las condiciones ambientales del cerro pan de Azúcar.
5. Describa las condiciones ambientales de la Institución educativa Sol de Oriente.
6. El cerro Pan de Azúcar como un espacio que tiene que ver con nuestros barrios, con nuestra comunidad tiene diferentes usos ¿Cuáles son?
7. ¿Cómo describe usted el suelo del cerro Pan de Azúcar?
8. ¿Cómo es usado por la comunidad el cerro pan de Azúcar?
9. ¿Cómo se podrían mejorar las condiciones ambientales del cerro Pan de azúcar?
10. Los habitantes de los barrios aledaños al cerro Pan de Azúcar ¿Cómo lo cuidan?

Se realiza un cuestionario KPSI sobre conceptos relacionados con la preservación y recuperación del recurso natural:

Al lado de cada una de las preguntas responder:

1. No lo sé
2. Lo sé un poco
3. Lo sé bien
4. Lo sé explicar bastante bien

¿Qué es impacto ambiental?

¿Qué es el suelo?

¿Cuál es la composición del suelo?

¿Qué es biotecnología?

¿Qué son los microorganismos?

¿Qué relación tiene los microorganismos con el suelo?

Los estudiantes resuelven de manera individual la prueba escrita con preguntas abiertas sobre los conceptos previos que tienen sobre el conocimiento de su entorno y la Institución Educativa, sus recursos y cómo intervenirlos. Se trabaja a partir del cerro Pan de Azúcar como un espacio natural con el que ellos se relacionan en su cotidianidad haciendo énfasis en el recurso suelo, según el resultado de la socialización en el primer momento, en donde tienen este recurso como prioritario.

- El cuarto momento tiene como objetivo que el estudiante a partir de la exploración de sus conocimientos previos tome conciencia sobre sus fortalezas y dificultades con respecto a la relación con su entorno y cómo intervenir para su mejoramiento. Teniendo en cuenta los equipos de trabajo establecidos, cada uno de ellos se reúne y escoge una línea de trabajo para investigar según los recursos que se pueden intervenir, socializados en el primer momento: suelo, agua, aire, energía, manejo de residuos sólidos, salud ocupacional y educación ambiental. Una vez escogen su línea de trabajo, el equipo define un proyecto de investigación a partir de una pregunta problematizadora relacionada con el recurso o línea temática

que escogieron y desarrollan su propuesta de manera que esta investigación los lleve a intervenir y mejorar el recurso natural escogido.

5.2.2 Fase de introducción de nuevos conocimientos:

Introducción a la Unidad didáctica: Se presenta a los estudiantes las unidades temáticas que serán tratadas durante el desarrollo de la unidad didáctica (Anexo D):

- Unidad 1: Introducción a la biotecnología.
- Unidad 2: Conocimiento de las prácticas ambientales del Área Metropolitana.
- Unidad 3: La microbiología y la importancia en el ambiente.
- Unidad 4: Introducción a la Biotecnología Ambiental.
- Unidad 5: Introducción a la biotecnología Vegetal.
- Unidad 6: Definición de conceptos que enmarcan la investigación.

Con el desarrollo de las unidades temáticas se pretende llevar al estudiante a un proceso de enseñanza y aprendizaje de manera más autónoma, y fomentar la auto regulación de su aprendizaje teniendo en cuenta su participación y forma de avanzar en su propuesta de investigación.

Cada unidad desarrolla de forma secuencial los temas pertinentes para introducir a los estudiantes en la biotecnología de manera que les sirva para ampliar sus posibilidades en la solución de problemas en su ambiente inmediato “El cerro Pan de Azúcar y la Institución Educativa”. Presenta un marco teórico que es leído, socializado y discutido en clase lo mismo que actividades en las cuales se especifica los recursos o materiales que se requieren. Los estudiantes por grupos de cinco integrantes hacen parte activa en el desarrollo de éste, y en su portafolio van sistematizando el proceso.

5.2.3 Fase de estructuración y síntesis

Se pretende que el estudiante realice un seguimiento permanente con las evidencias que denoten el sentido de responsabilidad y los alcances por parte de ellos a través del portafolio, evidenciando procesos en: preguntas de comprensión lectora, informes de laboratorio, material didáctico, foros, discusiones, trabajo con la wiki, consultas,

propuestas de prácticas biotecnológicas y aportes relacionados con las salidas pedagógicas.

5.2.4 Fase de aplicación

La fase de aplicación consta de la realización de una propuesta de investigación donde los estudiantes evidencien la aplicación de los conceptos que tienen que ver con la biotecnología ambiental, apoyado por conocimientos básicos de biotecnología vegetal, así, como las prácticas ambientales de ciudad dirigidas a mejorar las condiciones ambientales y agroforestales del Cerro Pan de Azúcar y de la institución educativa.

6 Resultados y discusión

El propósito principal de esta tesis es diseñar una unidad didáctica mediante la aplicación de unidades de aprendizaje sobre biotecnología e investigación como estrategia metodológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuyo tema central es la preservación de los recursos naturales del cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente, buscando a partir de su aplicación un aprendizaje significativo en los estudiantes de manera que los guíe y ayude en el desarrollo de la media técnica.

De acuerdo con la metodología propuesta en el capítulo 4 de esta tesis, la discusión de los resultados se centra en lo observado durante la aplicación de la unidad didáctica diseñada y los resultados obtenidos. Para esto se realizaron dos pruebas: una diagnóstica y una final, las cuales fueron sistematizadas usando la metodología de red sistémica, de manera que permita su comparación. Así mismo, la aplicación de informes personales o KPSI al iniciar la unidad didáctica y otro al terminarla, de manera que sirviera desde la comparación como un indicativo de la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes (Jorba y Sanmartí, 1996).

Otro indicativo importante que se tuvo en cuenta en el proceso de evaluación es la propuesta de proyectos de investigación: se inicia a partir de actividades de indagación y termina con propuestas de investigación, en donde los estudiantes demuestran apropiación de lo trabajado durante la unidad didáctica con apoyo en la evaluación de los portafolios realizados por los grupos de trabajo.

6.1 Resultados y discusión evaluación diagnóstica inicial

Los estudiantes de manera voluntaria y según sus conocimientos y gustos escogieron a sus compañeros para conformar los grupos de trabajo para el desarrollo de las propuestas o anteproyectos. Partiendo de la presentación inicial, de la lectura y de la prueba diagnóstica los diferentes grupos escogieron de manera autónoma su línea de trabajo orientada a la intervención de un recurso natural o proceso de educación ambiental: Dos grupos deciden trabajar salud ocupacional, dos el recurso natural flora y los otros grupos los recursos agua, aire, suelo fauna y manejo de residuos sólidos. A partir de los diálogos, discusiones e intervenciones iniciales se determina el suelo como recurso de importancia por parte de los estudiantes, por lo que es el recurso que orienta la prueba diagnóstica.

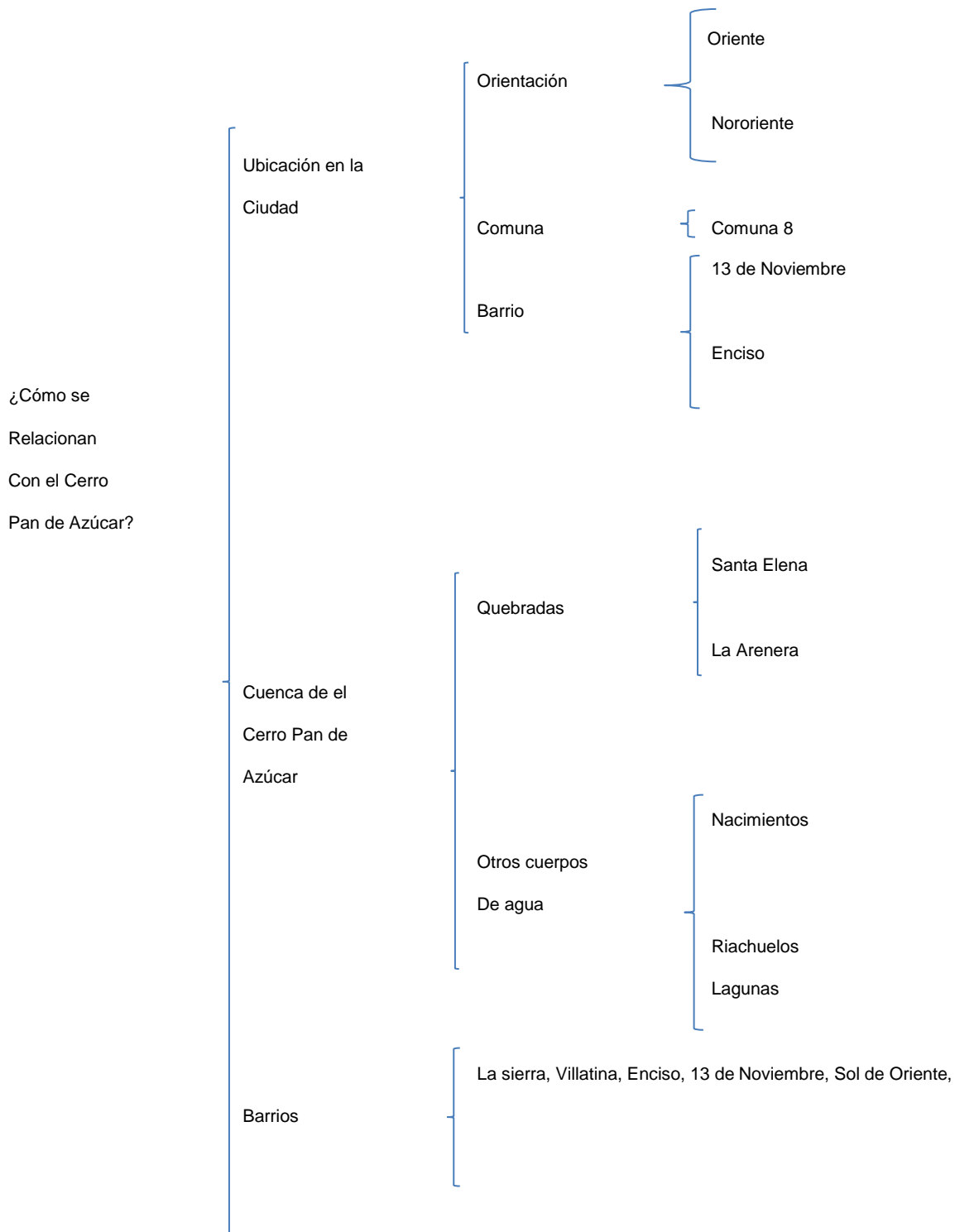
La prueba diagnóstica permite visualizar cómo los estudiantes en términos generales muestran tener un conocimiento básico del cerro Pan de Azúcar como eje fundamental de su entorno, así como un conocimiento y una percepción clara de la Institución Educativa. Sin embargo muestran deficiencias en los conceptos que utilizan. No es clara su relación con la ciudad, describen su entorno más desde su relación con lugares donde han vivido: por ejemplo un estudiante que ubica el cerro Pan de Azúcar en el barrio Santo Domingo y otro en la “Ciudad de Antioquia” (Tabla 6-1).

Otro aspecto es cómo los sectores donde viven los ubican como barrios o centros principales de la ciudad. La cuenca hidrográfica no la reconocen como tal, ni sus quebradas de influencia, lo que sí tienen claro es la participación de la quebrada Santa Elena en la cuenca; es muy importante para ellos los nacimientos o riachuelos con los que se relacionan.

Tabla 6-1 Ubicación del Cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y los barrios

	UBICACIÓN	N ° de respuestas	QUEBRADAS QUE PERTENECEN A LA CUENCA	N° de respuestas	BARRIOS DE INFLUENCIA	N° de respuestas
1	Oriente de Medellín	15	Bocatoma	17	13 de Noviembre	24
2	Comuna 8	19	Santa Elena	10	Villatina	16
3	Barrio 13 de Noviembre	8	La Arenera	7	La Sierra	16
4	I.E. Sol de Oriente	2	La Nevera	8	El Pinal	5
5	Nororiente	2	La laguna	3	Sol de Oriente	5
6	Ciudad de Antioquia	1	Piedras Blancas	2	Golondrinas	12
7	Barrio Enciso	2	El gusanito	2	Enciso	7
8	Barrio el Pinal	1	La cañada	3	Santo Domingo	3
9			El Riachuelo	3	Llanadas	2
10			La quebradita	1	Caicedo	1
11					Colinas de enciso	1
12					Villahermosa	1
13					Sectores de los barrios	33
14					Santa Elena	2
Número de estudiantes que respondieron a las preguntas:38						

Red Sistémica para analizar pregunta 1: Ubicación del Cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y con los barrios

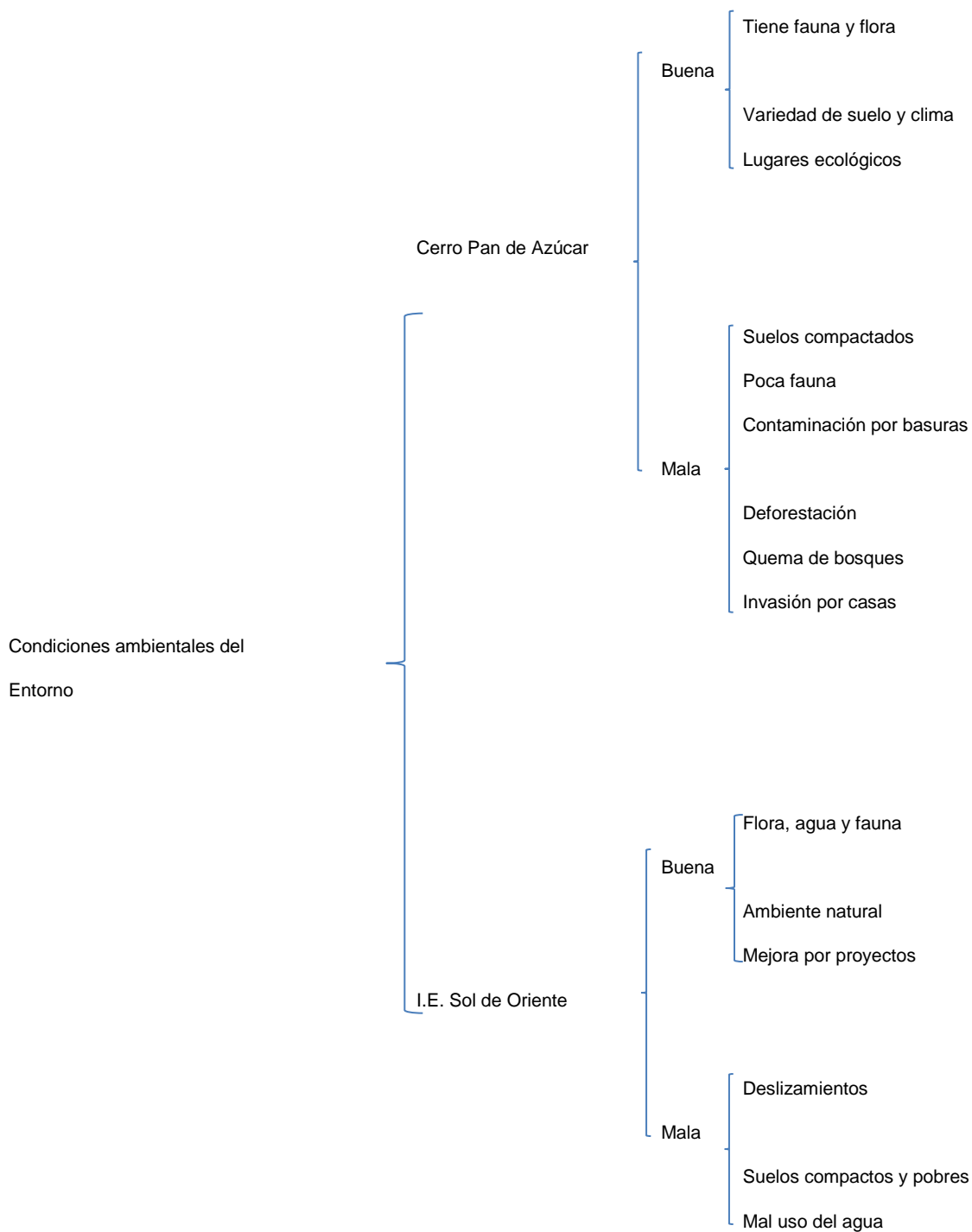


Los estudiantes tienen una percepción clara de las condiciones ambientales del cerro Pan de Azúcar en términos generales, es importante para ellos la cantidad de residuos o basura que tiene el cerro, así como, el impacto por quema y tala de bosques. La institución educativa la reconocen como un espacio ambiental con recursos naturales, acciones por proyectos que mantienen el espacio, son conscientes de las basuras y el mal manejo del agua. Se nota el poco manejo de conceptos respecto a los recursos y lo que son condiciones ambientales; no tienen claro cuándo es bueno o cuándo es malo en términos generales. Los espacios donde viven los universalizan, lo registran como un hecho general (Tabla 6-2).

Tabla 6-2 Condiciones ambientales del Cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente

Cerro Pan de Azúcar	N° de respuestas	I.E. Sol de Oriente	N° de respuestas
Invasión del territorio	7	Basuras	7
Contaminación y basuras	10	Mejoras con proyectos ambientales por estudiantes	4
Basuras y mal uso de la fauna y la flora	3	Tiene fauna, flora y agua	5
Deforestación	2	Riesgo por deslizamiento	3
Poca fauna	3	Mal uso de los baños, desperdicio de agua	5
Suelos compactados	2	Tiene ambiente natural y variedad de especies	1
Incendios forestales	7	Sin cultura ambiental	1
Tala	7	Ruido y manejo inadecuado de espacios	1
Buena fauna y flora y lugares ecológicos	2	Hay cultivos	2
Recreación que afecta el cerro	1	Suelos no fértiles	1
Poca flora	1	No se respeta la naturaleza	1
Variedad de suelos y clima	1	Poca fauna	1
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 38			

Red sistémica correspondiente al cuestionario “Conocimiento del entorno” como diagnóstico de la Unidad didáctica: “Con biotecnología construimos ambiente”. Para las preguntas 2 y 3: Percepción de las condiciones ambientales



Respecto al uso y mejoramiento del suelo desde la observación tienen claro cuáles son sus características y deficiencias, confundiendo en muchas ocasiones el término suelo con el cerro Pan de Azúcar como espacio de comunidad. Para intervenir proponen en su mayoría acciones de tipo sensibilización o concientización ambiental aunque reconocen la presencia de la investigación y de grupos que trabajan por el mejoramiento del cerro y de la institución educativa. Es claro para los estudiantes que el cerro Pan de Azúcar es una fuente de Recursos Naturales, es un sitio de investigación y de actividades ambientales, un sitio de turismo y recreación. Es importante anotar cómo para ellos el cerro es también, un botadero de basura. De la misma manera plantean como prioritario la recuperación del cerro en cuanto a basuras y la recuperación de recursos como fauna y flora (Tabla 6-3)

Tabla 6-3 Usos y cuidados del suelo del cerro Pan de Azúcar

USO DEL SUELO	N° de respuestas	CUIDADO DEL SUELO	N° de respuestas
Turismo	12	Recolección de basuras	7
Recreación	11	Pocas personas lo cuidan	6
Investigación y proyectos ambientales	18	No lo cuidan	5
Caminatas ecológicas	7	Ignoran el aseo	4
Talas y quemas	3	Talan y contaminan	3
Botadero de basura	13	Cuidando flora y fauna	5
Uso de los recursos	24	Con caminatas ecológicas	3
Cuidado de los recursos	7	Hacen quemas	3
Deportes	2	Con grupos juveniles	1
Invasión	7	Investigación	1
		Lo conservan y recuperan	3
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 38			

Red sistémica correspondiente al cuestionario “Conocimiento del entorno” como diagnóstico de la Unidad Didáctica: “Con biotecnología construimos ambiente”. Para las preguntas 4,6 y 9: Usos y cuidados del cerro Pan de Azúcar.

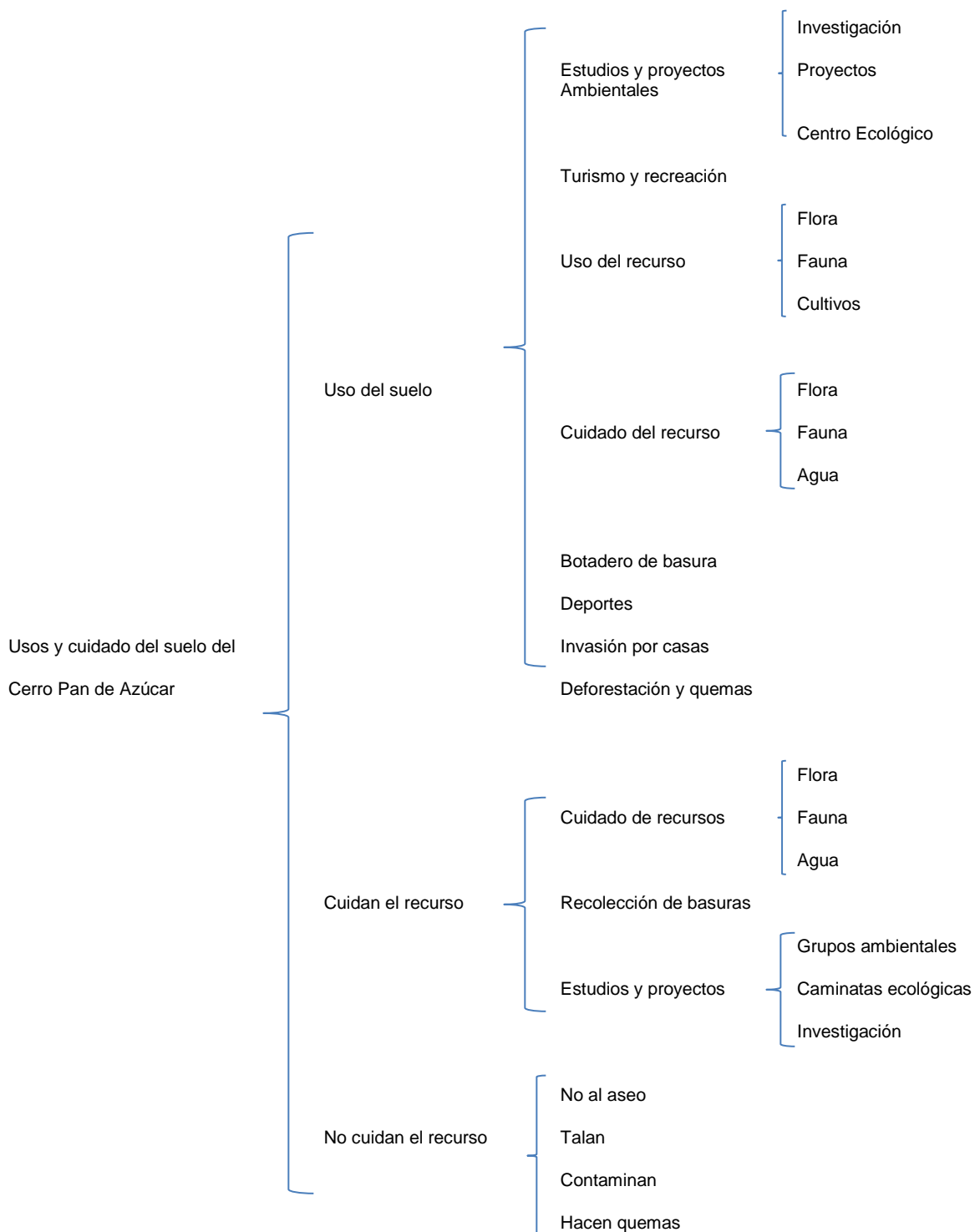
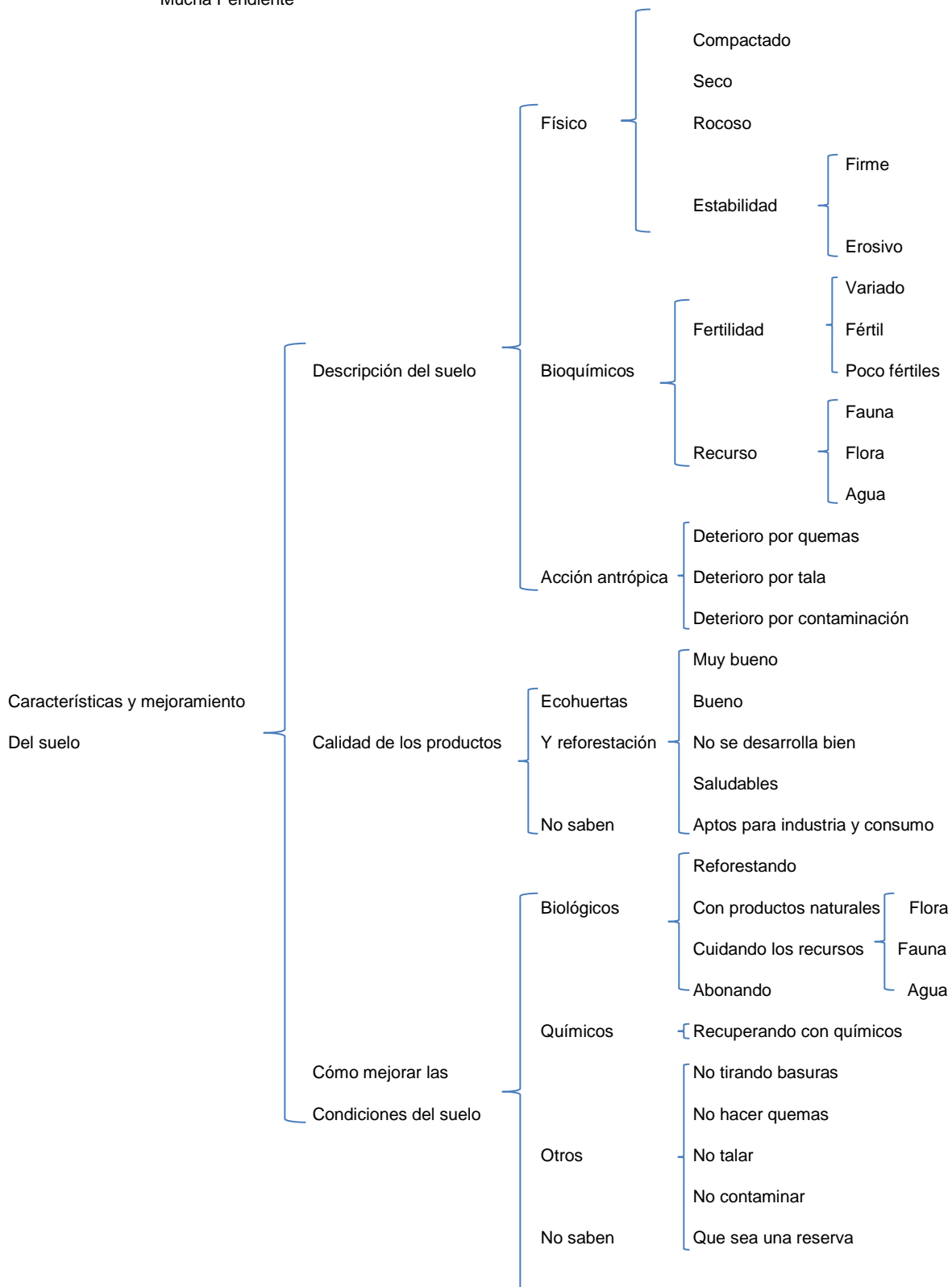


Tabla 6-4 Características y mejoramiento del suelo en el Cerro Pan de Azúcar

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	N° de respuestas	CALIDAD DE LOS PRODUCTOS QUE SE COSECHAN	N° de respuestas	COMO MEJORAR LAS CONDICIONES DEL SUELO	N° de respuestas
Contaminado	6	Solo pinos	1	No tirando basura	10
Mucha pendiente - montañoso	3	Algunos productos de huerta son pequeños	2	No haciendo quemas	5
Erosivo	2	Muy buenos en ecohuertas	2	Cuidando el suelo	4
Variado unas partes fértiles, otras no	4	Buena calidad	6	Reforestando	7
Seco y compacto	3	Saludables orgánicos	5	No contaminando	2
Fértil	5	Aptos para empresas y consumo	1	Fortaleciendo con procesos naturales	10
Deteriorado por quemas	4	No sabe	8	Fortaleciendo con químicos	1
Rocoso	7	No se desarrollan bien	6	Cuidando los recursos	1
Firme estable	2	Buenos Por procesos orgánicos y se usan microorganismos	1	Hacer reserva natural	1
Poca fauna y flora	2	Productos de la I.E. son buenos	4	No talando	2
Buena biodiversidad vegetal	6			Abonando	5
Fuente de agua	2			No sabe	1
Difícil para siembra	6				
Mal por talas	1				
Buena por la fauna y flora	2				
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 35					

Red sistémica correspondiente al cuestionario "Conocimiento del entorno" como diagnóstico de la Unidad Didáctica: "Con biotecnología construimos ambiente". Para las preguntas 5,7 y 8: características y mejoramiento del suelo.

Mucha Pendiente



En cuanto a las características del suelo y su mejoramiento describen el suelo desde lo físico, lo químico, lo natural, y desde la relación con el hombre. Son conscientes de la calidad de los productos que se producen en el cerro y de hacer una intervención desde procesos biológicos, químicos y de manejo ambiental. (Tabla 6-4).

6.2 Resultados cuestionario KPSI sobre preservación de recursos naturales. Diagnóstico inicial

Aspectos a evaluar:

P.1 ¿Qué es impacto ambiental?

P.2 ¿Qué es el suelo?

P.3 ¿Cuál es la composición del suelo?

P.4 ¿Qué es biotecnología?

P.5 ¿Qué son los microorganismos?

P.6 ¿Qué relación tienen los microorganismos con el suelo?

Códigos a evaluar:

1. No lo sé
2. Lo sé un poco
3. Lo sé bien
4. Lo puedo explicar bastante bien

Como una manera de evaluar el conocimiento técnico de los estudiantes se aplica un KPSI. En la prueba se encuentra que el 44% de las respuestas muestran que los estudiantes saben poco de los temas preguntados, así como el 39% de las respuestas muestran que no saben nada, con un 83% de respuestas en condiciones bajas.

Tabla 6-5 Resultados Informes Personales (KPSI) Preservación de Recursos Naturales. Diagnóstico inicial

Códigos	1		2		3		4		TOTAL ESTUDIANTES	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
P.1	22	63	11	31	1	3	1	3	35	100
P.2	3	9	19	54	11	31	2	6	35	100
P.3	18	52	12	34	5	14	0	0	35	100
P.4	5	14	26	74	4	12	0	0	35	100
P.5	13	37	14	40	7	20	1	3	35	100
P.6	20	57	11	31	3	9	1	3	35	100
TOTAL RESPUESTAS	81		93		31		5		210	
%	39		44		15		2		100	

De los estudiantes evaluados manifiestan que los temas que más manejan son suelos y microbiología con un 31% y 20% respectivamente, y los temas que menos manejan son los que requieren de aplicación o análisis como lo demuestran la pregunta 1 y 6 en donde el 63% y 57% de los estudiantes expresan no saber sobre el tema. El 74% de los estudiantes dicen saber poco sobre biotecnología (Tabla 6-5).

Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica permiten orientar la temática a trabajar en la unidad didáctica. En primer lugar es importante hacer énfasis en llevar a los estudiantes a un reconocimiento del entorno cercano, así como un reconocimiento de la ciudad y de sus procesos ambientales; en segundo lugar desde la biotecnología es básico trabajar con los estudiantes procesos que tengan que ver con recuperación de suelos, reforestación, recuperación y manejo de agua, agroforestales y seguridad alimentaria, por lo que se enfatiza en biotecnología vegetal y biotecnología ambiental.

6.3 Resultados y discusión aplicación unidad didáctica y su influencia en las propuestas de investigación

A partir de un trabajo previo con los estudiantes basado en sus pre saberes, y como resultado de un proceso de trabajo colaborativo teniendo en cuenta el conocimiento inicial sobre el cerro Pan de Azúcar y la Institución Educativa Sol de Oriente, los

estudiantes inician un trabajo de investigación partiendo de la escogencia de un recurso y de preguntas que den comienzo a la investigación. Se puede observar cómo los estudiantes se plantean preguntas dirigidas a responder conocimientos básicos como son problemas principales de la institución desde lo ambiental, especies de plantas existentes, utilización de residuos sólidos, ciclos biológicos de especies de animales, calidad del agua, entre otros (tabla 6-6).

Tabla 6-6 Anteproyectos de investigación - Propuesta Inicial

TEMA O RECURSO	NOMBRE DEL EQUIPO	PREGUNTA PROBLEMATIZADORA	OBJETIVO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN
Recurso Aire	Poder del aire	¿Cómo podemos hacer para mejorar el aire en la Institución Educativa Sol de Oriente?	Determinar cuáles son los principales problemas que perjudican el aire de la Institución Educativa Sol de Oriente
Recurso flora	Naturaleza y sus secretos	¿Por qué hay tanta variedad de especies florales?	Indagar por qué hay tantas clases de plantas.
Manejo de residuos sólidos	MIRS	¿De qué manera podemos transformar diferente residuos en materiales reutilizables para nuestro beneficio?	Transformar los residuos sólidos en materiales reutilizables para nuestro beneficio.
Salud ocupacional	Abejitas laboriosas	¿Cuáles pueden ser las medidas de prevención de riesgos de accidentes ocasionados por las prácticas ambientales?	Identificar las causas de los accidentes ocasionados por prácticas ambientales en la Institución educativa Sol de Oriente.
Recurso fauna	Las Águilas	¿Cuál es el hábitat original de las ardillas y búhos que habitan en la Institución Educativa Sol de Oriente?	Determinar cómo es el hábitat de las ardillas y búhos en la Institución Educativa sol de Oriente.
Recurso agua	Aguas Claras	¿Qué tan potable está el agua de las cuencas hidrográficas del cerro Pan de Azúcar?	Evaluar la calidad del agua de la cuenca hidrográfica del cerro Pan de Azúcar.
Salud ocupacional	Balk por la Salud	¿Cómo desarrollar procesos para mejorar la salud ocupacional en la Institución Educativa Sol de Oriente?	Desarrollar procesos que manejen la salud ocupacional en la Institución Educativa Sol de Oriente.
Recurso flora	Flora	¿Cómo identificar las especies forestales de la I.E. Sol de Oriente y sus alrededores?	Identificar las especies forestales de la Institución Educativa Sol de Oriente y sus alrededores.
Recurso suelo	Floor	¿Cómo diferenciar los tipos de suelos de la Institución Educativa Sol de Oriente?	Saber el estado de cada uno de los suelos.

Una vez los estudiantes han desarrollado la unidad didáctica como un proceso para el conocimiento de la Ciudad, del Cerro pan de Azúcar y de la participación en las actividades orientadas modificar los saberes previos sobre la biotecnología desde las

áreas ambiental y vegetal, los estudiantes desarrollan su propuesta de investigación evidenciada en el portafolio (Anexo E).

Los estudiantes amplían su panorama y demuestran tener conceptos más claros en el desarrollo de sus propuestas apropiándose de lo aprendido durante la unidad didáctica. Observamos cómo siete (7) de los nueve (9) grupos cambian sus preguntas, siendo más complejas, técnicas y orientadas a procesos biotecnológicos. Observamos objetivos como crear con ayuda de procesos biotecnológicos nuevos productos a partir de residuos, o evaluar cuál cultivo es más viable, o procesos de propagación in vitro de especies forestales que permiten solucionar problemas ambientales del cerro Pan de Azúcar, como es la propuesta de fique (Tabla 6-7).

Tabla 6-7 Anteproyectos de investigación – Propuesta final

TEMA O RECURSO	NOMBRE DEL EQUIPO	PREGUNTA PROBLEMATIZADORA	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN
Recurso Aire	Poder del aire	¿Cuáles son las causas de contaminación en el sector?	Determinar las condiciones ambientales del cerro Pan de Azúcar
Recurso flora	La naturaleza y sus secretos	¿Cómo podemos poner a producir medios de cultivos en más poco tiempo y en menos espacio?	Indagar sobre los diferentes medios de cultivo y evaluar cuál es el más viable.
Manejo de residuos sólidos	MIRS	¿De qué manera con las envolturas de los mecatos podemos crear un nuevo producto a partir de procesos biotecnológicos?	Crear con ayuda de procesos biotecnológicos nuevos productos a partir de envolturas de los mecatos, y así, contribuir al medio ambiente
Salud ocupacional	Abejitas laboriosas	¿Cuáles pueden ser las medidas de prevención de riesgos de accidentes ocasionados por las prácticas ambientales?	Identificar las causas de los accidentes ocasionados por prácticas ambientales en la Institución Educativa
Recurso fauna	Las Águilas	¿Cómo cambiar las condiciones del hábitat de los patos en la I.E. Sol de Oriente	Determinar las condiciones del hábitat de los patos y dar soluciones a través de procesos biotecnológicos
Recurso agua	Aguas Claras	¿Qué acciones del hombre están contribuyendo a que las fuentes hídricas se estén secando en el barrio 13 de Noviembre?	Hallar las causas antrópicas o naturales de la disminución del agua en las viviendas del barrio 13 de Noviembre.
Salud ocupacional	Balk por la Salud	¿Cómo desarrollar procesos para mejorar la salud ocupacional en la Institución educativa Sol de Oriente?	Desarrollar procesos que manejen la salud ocupacional en la Institución Educativa
Recurso flora	Flora	¿Cómo podemos contribuir a la recuperación (reforestación) del cerro Pan de Azúcar de la ciudad de Medellín.	Propagación in vitro de fique en el laboratorio de la I.E. Sol de Oriente para la construcción de barreras rompe fuego.
Recurso suelo	Floor	¿Cómo diferenciar los tipos de suelos de la Institución Educativa?	Saber el estado de cada uno de los suelos.

6.4 Resultados y discusión de la evaluación final

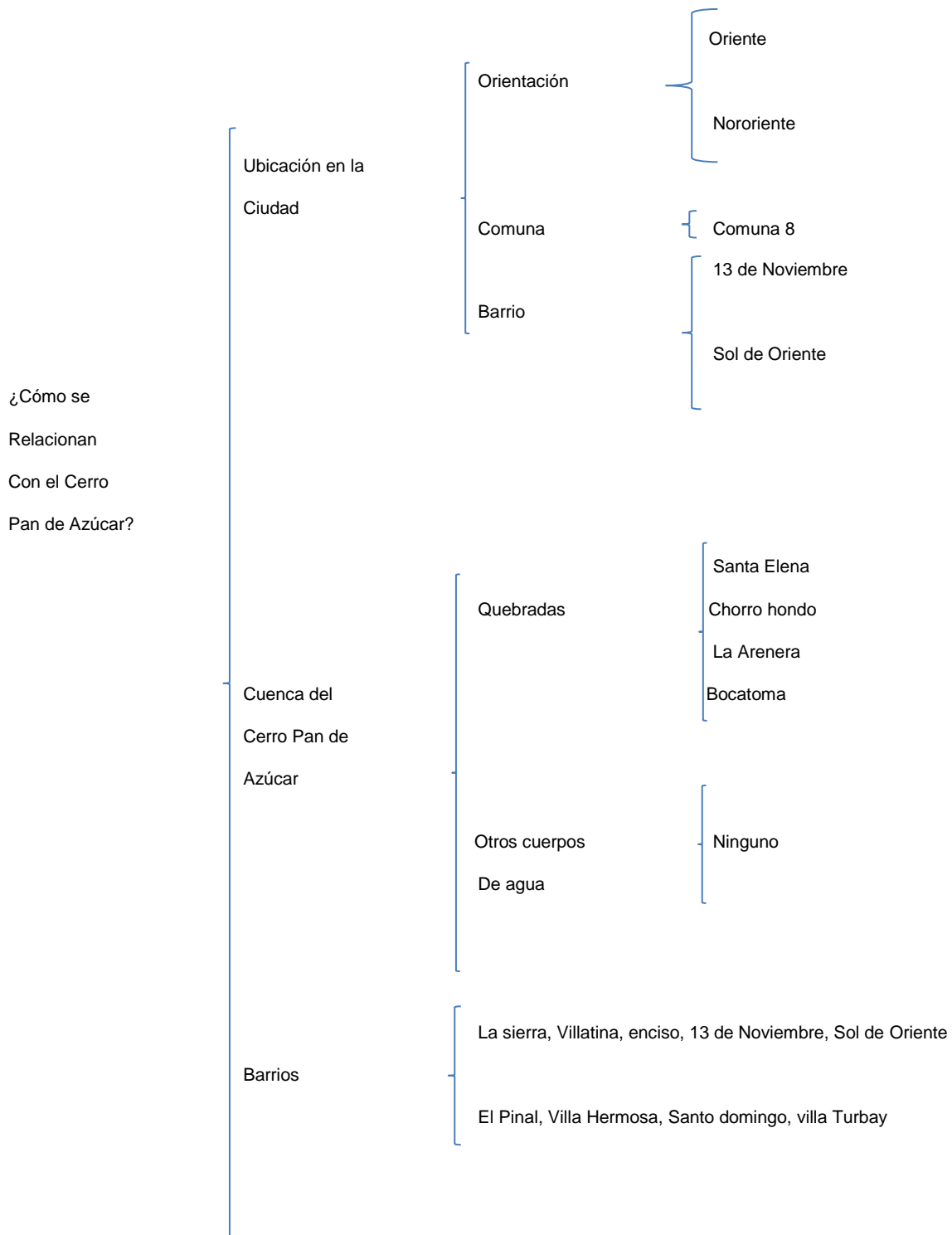
Para el análisis de esta fase se tienen en cuenta los resultados de la fase diagnóstica representada en las redes sistémicas y los resultados de la evaluación final.

De acuerdo con los resultados obtenidos correspondientes a la ubicación del cerro Pan de Azúcar y su relación con las quebradas y barrios de influencia comparando la red sistémica de la fase diagnóstica (Tablas 6-1) con la red sistémica construida en la evaluación final (Tabla 6-8) Los estudiantes tienen claro que el cerro Pan de Azúcar se encuentra ubicado en el oriente de Medellín y en la comuna 8; siguen siendo para ellos punto de referencias los barrios aledaños al cerro. Con respecto a la cuenca hay un cambio significativo, reconociendo las quebradas más importantes para el cerro Pan de Azúcar, de igual manera tienen claro los barrios de influencia. Es importante anotar cómo los sectores de invasión y urbanizaciones ya no son considerados como barrios.

Tabla 6-8 Ubicación del cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y los barrios – evaluación final

	Orientación		Quebradas		Barrios de influencia	
1	Oriente de Medellín	6	Bocatoma	7	13 de Noviembre	4
2	Comuna 8	22	Santa Elena	4	Villatina	9
3	Barrio 13 de Noviembre	8	La Arenera	7	La Sierra	3
4	I.E. Sol de Oriente	1	Chorro hondo	7	Sol de Oriente	6
5	Nororiente	3			Llanadas	1
6	Oriente valle del Aburra	1			Colinas de enciso	4
7	Centro oriente	3			Sectores de los barrios	2
8					Villa Turbay	1
Número de estudiantes que participaron: 35						

Red Sistémica para analizar pregunta 1: Ubicación del Cerro Pan de Azúcar y su relación con la cuenca y con los barrios

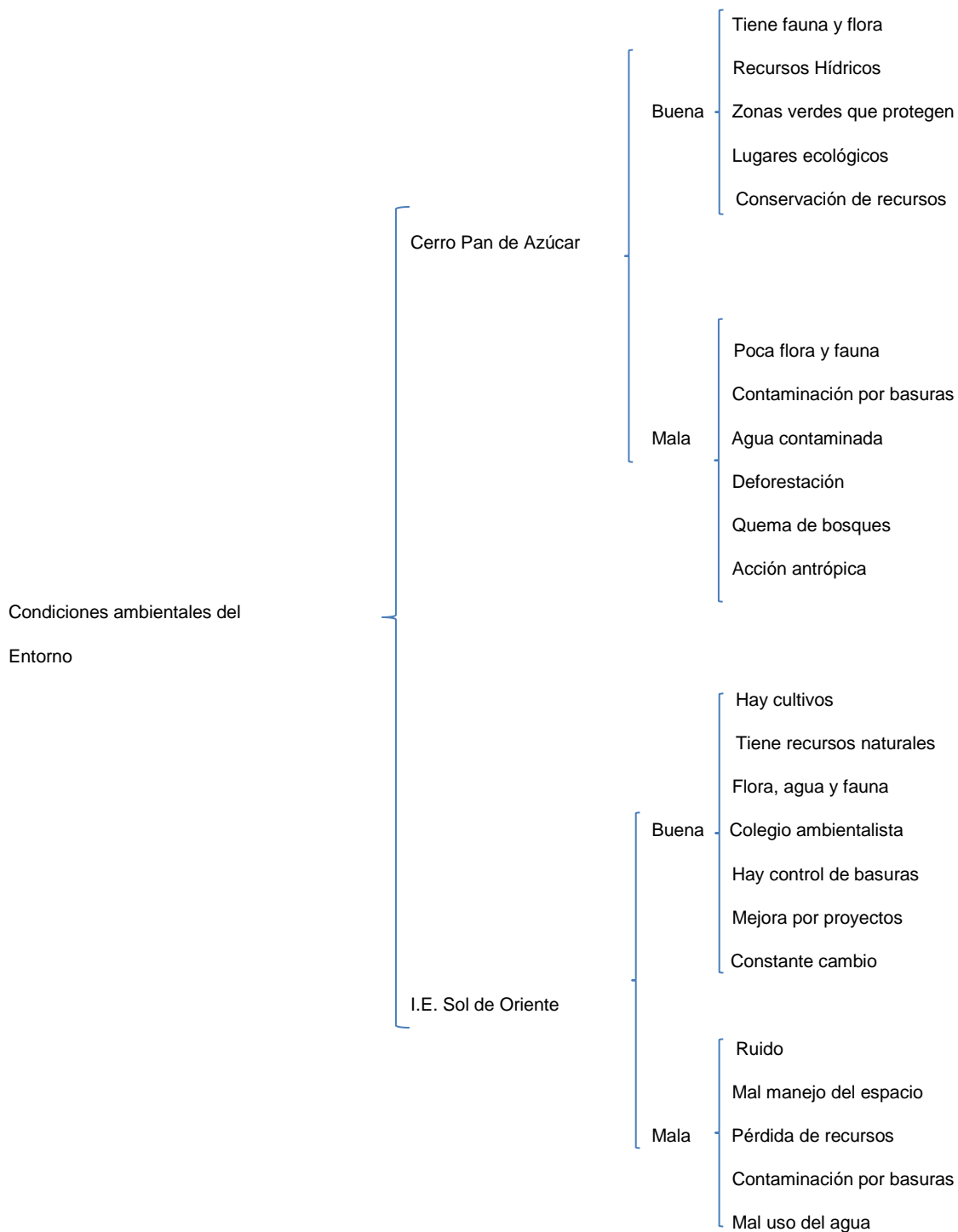


De acuerdo con los resultados obtenidos correspondientes a las condiciones ambientales del cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente, comparando la red sistémica de la fase diagnóstica (Tablas 6-2) con la red sistémica construida en la evaluación final (Tabla 6-9) se observa cómo los estudiantes muestran tener un mejor dominio de las condiciones ambientales y su percepción de los recursos naturales tanto para el cerro Pan de Azúcar como para la Institución Educativa Sol de Oriente. Sigue siendo importante el manejo de las basuras para los dos lugares, la acción antrópica negativa sobre el cerro y la condición de la Institución con sus procesos ambientales y de investigación.

Tabla 6-9 Condiciones ambientales del cerro Pan de Azúcar y de la Institución Educativa Sol de Oriente - Evaluación final

Cerro Pan de Azúcar	N° de respuestas	I.E. Sol de Oriente	N° de respuestas
Contaminación y basuras	9	Mejoras con proyectos ambientales por estudiantes	6
Conservación de recursos	3	Basuras	10
Deforestación - tala	5	Constante cambio	1
Poca fauna	1	Desperdicio de agua	1
Pérdida de recursos	3	Hay control de basuras	5
Incendios forestales	9	Tiene recursos naturales (arboles plantas, agua, aire)	8
Posee recurso hídrico – cuenca del cerro	4	Ruido y manejo inadecuado de espacios	1
Buena fauna y flora y lugares ecológicos	10	Hay cultivos	1
Recreación que afecta el cerro	4	Colegio ambientalista	3
Poca flora	3		
Zonas Verdes que impiden deslizamientos	1		
Agua contaminada	1		
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 35			

Red sistémica correspondiente al cuestionario “Conocimiento del entorno” como evaluación final de la Unidad didáctica: “Con biotecnología construimos ambiente”. Para las preguntas 2 y 3: Percepción de las condiciones ambientales

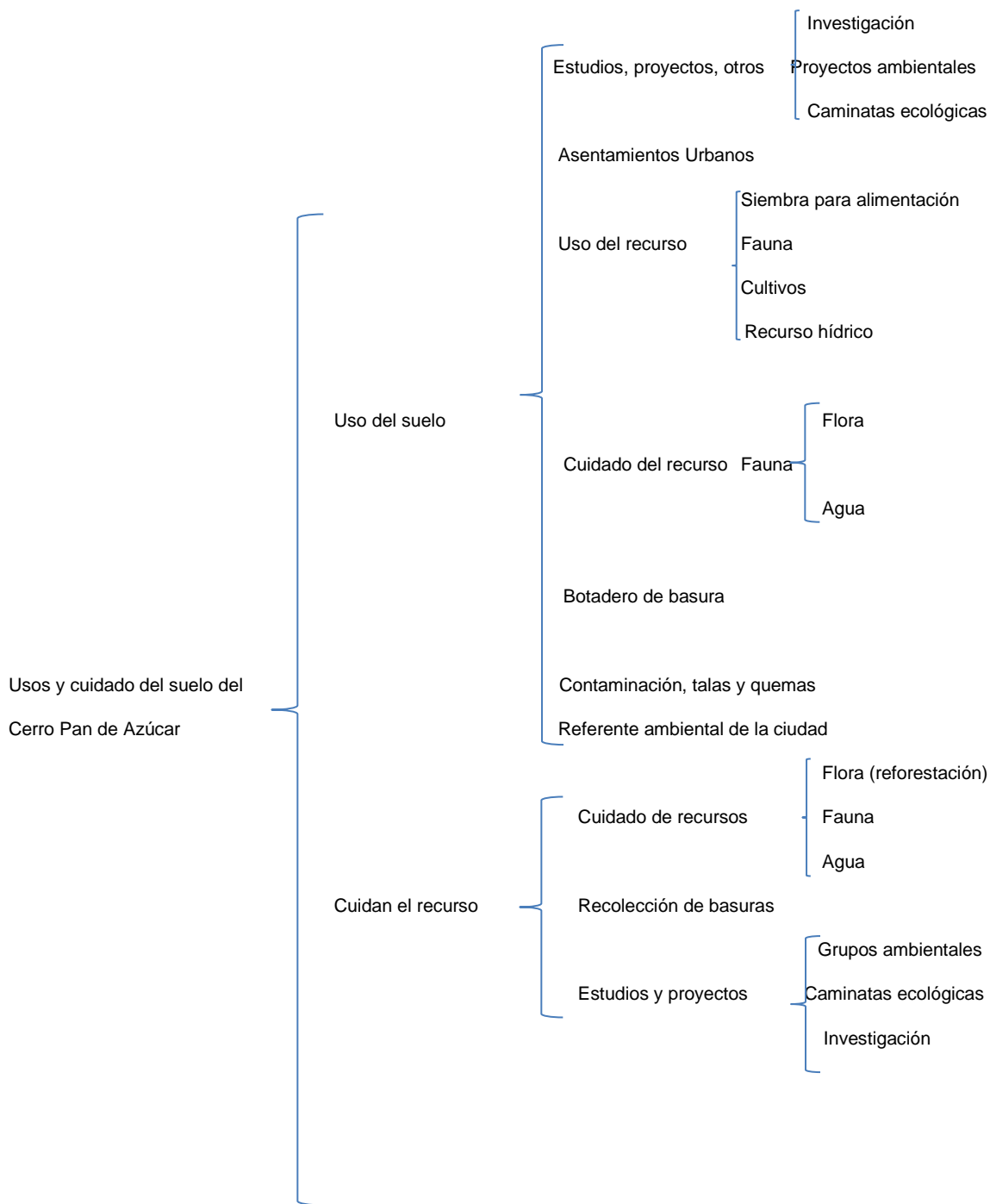


De acuerdo con los resultados obtenidos correspondientes a usos y cuidados del suelo del cerro Pan de Azúcar, comparando la red sistémica de la fase diagnóstica (Tablas 6-3) con la red sistémica construida en la evaluación final (Tabla 6-10), se observa cómo los estudiantes demuestran tener un manejo adecuado del concepto suelo: En la fase diagnóstica interpretan el suelo como espacio, mientras que en la fase de evaluación final tienen más en cuenta para sus respuestas el suelo como un recurso; lo mismo que los recursos hídricos, los cuales en la fase diagnóstica no fueron tomados en cuenta. Sigue siendo importante para ellos el control de las basuras y la investigación y el manejo de flora y fauna como aspectos importantes en su cuidado. El uso del Cerro Pan de Azúcar como alternativa para la seguridad alimentaria es importante como resultado en la evaluación final Usos y cuidados del cerro Pan de Azúcar - Evaluación final I.

Tabla 6-10 Usos y cuidados del cerro Pan de Azúcar - Evaluación final

USO DEL SUELO	N° de respuestas	CUIDADO DEL SUELO	N° de respuestas
Referente ambiental de la ciudad	4	Recolección de basuras	6
Investigación y proyectos ambientales	2	Reforestación	1
Caminatas ecológicas	7	Mejor ambiente	3
Contaminación, talas y quemas	10	Investigación	7
Asentamientos urbanos	7	Cuidando flora y fauna	4
Siembra para recursos alimenticios	11	Con caminatas ecológicas	2
Uso de los recursos por la comunidad	7		
Recurso hídrico	6		
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 30			

Red sistémica correspondiente al cuestionario “Conocimiento del entorno” como evaluación final de la Unidad didáctica: “Con biotecnología construimos ambiente”. Para las preguntas 4,6 y 9: Usos y cuidados del cerro Pan de Azúcar

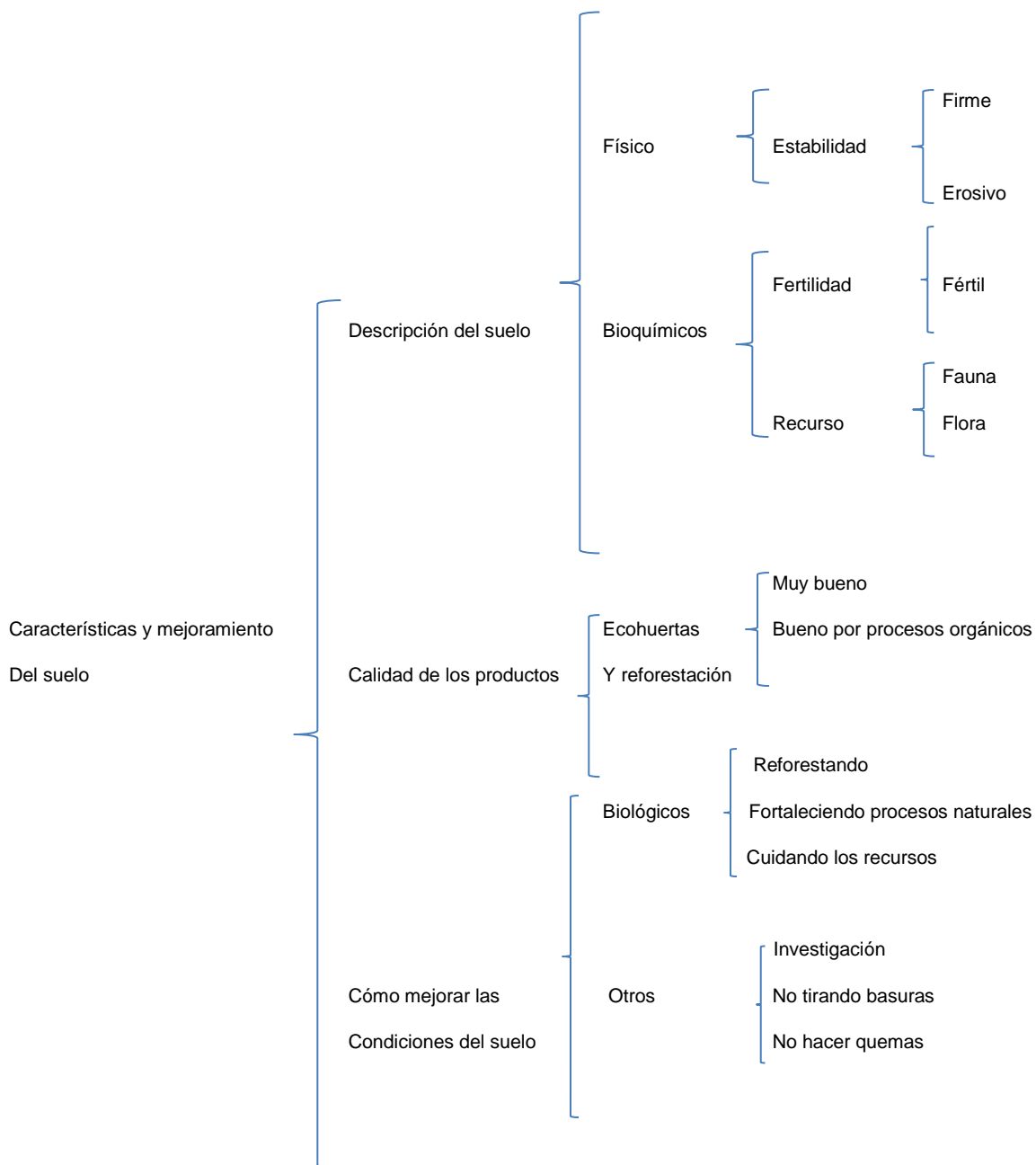


De acuerdo con los resultados obtenidos correspondientes a las características y mejoramiento del suelo del cerro Pan de Azúcar, comparando la red sistémica de la fase diagnóstica (Tablas 6-4) con la red sistémica construida en la evaluación final (Tabla 6-11) se observa cómo los estudiantes se apropian de los procesos que tienen que ver con la preservación de los recursos naturales. Se mantienen en la descripción de suelo, pero en cuanto a la calidad de los productos son más conscientes de los procesos naturales y la producción de alimentos de buena calidad, identificando el Cerro como un lugar propicio para la producción de alimentos. En las dos fases muestran un marcado manejo del cerro desde procesos ambientales como son el control de basuras, controlando quemas, reforestando, pero incrementando su posición de preservar los recursos, fortaleciendo procesos naturales apoyados en la investigación. Hay apropiación del cuidado de los recursos naturales.

Tabla 6-11 Características y mejoramiento del suelo del cerro Pan de Azúcar - Evaluación final

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	N° de respuestas	CALIDAD DE LOS PRODUCTOS QUE SE COSECHAN	N° de respuestas	COMO MEJORAR LAS CONDICIONES DEL SUELO	N° de respuestas
Contaminado	10	Buenos Por procesos orgánicos y se usan microorganismos	3	No tirando basura	9
Fértil	7	Muy buenos en ecohuertas	11	No haciendo quemas	5
Erosivo	1				
Variado unas partes fértiles, otras no	5			Reforestando	3
Buena biodiversidad vegetal y animal	3			Cuidando los recursos	8
				Fortaleciendo con procesos naturales-investigación	11
NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARON: 35					

Red sistémica correspondiente al cuestionario “Conocimiento del entorno” como evaluación final de la Unidad didáctica: “Con biotecnología construimos ambiente”. Para las preguntas 5,7 y 8: características y mejoramiento del suelo.



6.5 Resultados cuestionario KPSI sobre preservación de recursos naturales. Evaluación final

Aspectos a evaluar:

P.1 ¿Qué es impacto ambiental?

P.2 ¿Qué es el suelo?

P.3 ¿Cuál es la composición del suelo?

P.4 ¿Qué es biotecnología?

P.5 ¿Qué son los microorganismos?

P.6 ¿Qué relación tienen los microorganismos con el suelo?

p.7 ¿Cuáles son las ventajas del cultivo in vitro?

P.8 ¿Con biotecnología podemos construir ambiente?

Códigos a evaluar:

1. No lo sé
2. Lo sé un poco
3. Lo sé bien
4. Lo puedo explicar bastante bien

Tabla 6-12 Resultados Informes personales (KPSI) Preservación de recursos naturales. Evaluación final

Códigos	1		2		3		4		TOTAL ESTUDIANTES	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
P.1	10	36	13	46	5	18	0	0	28	100
P.2	1	4	16	57	11	39	0	0	28	100
P.3	4	14	19	68	5	18	0	0	28	100
P.4	0	0	6	21	20	72	2	7	28	100
P.5	7	25	14	50	7	25	0	0	28	100
P.6	17	61	9	32	2	7	0	0	28	100
P.7	0	0	13	46	14	50	1	4	28	100
P.8	2	7	4	14	14	50	8	29	28	100
TOTAL RESPUESTAS	40		96		73		10		219	
%	18		44		33		5		100	

En el informe personal o KPSI como parte de la evaluación final (Tabla 6-12) se ve un cambio significativo con respecto al informe personal o KPSI realizados en la evaluación diagnóstica (Tabla 6-5). Se conserva el 44% de respuesta en un nivel de “lo sé un poco”, pero demuestran un incremento importante en el conocimiento con un 33% de estudiantes con respuesta “lo sé bien” subiendo de 15% a 30%, igualmente hay un incremento en el poder explicar los temas con un 3%. El número de respuestas “no se” igualmente bajó de 39% a un 18%. Los estudiantes demuestran saber más de biotecnología con un 72% que dicen saber bien del tema y un 7% lo pueden explicar. Igualmente el 50% de los estudiantes aplican conceptos de biotecnología y lo realizan en la evaluación.

En la evaluación final los estudiantes muestran según las redes sistémicas analizadas un cambio, manejando mejor los conceptos, la ubicación, son claras en las condiciones reales del cerro, así como la presencia, uso y recuperación de los recursos naturales.

7 Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Con este trabajo se logró Implementar una estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje que desde la biotecnología permitiera motivar y cualificar a los estudiantes preinscritos a la Media Técnica en Preservación de Recursos Naturales de la Institución Educativa Sol de Oriente.

Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica permitieron orientar la temática a trabajar en la unidad didáctica. En primer lugar se logró llevar a los estudiantes a un reconocimiento del entorno cercano, así como un reconocimiento de la ciudad y de sus procesos ambientales; en segundo lugar y teniendo en cuenta el conocimiento previo y concreto de los estudiantes, direccionar los contenidos de la unidad didáctica partiendo

de actividades biotecnológicas y ambientales apoyados con procesos de trabajo colaborativo e investigativo como parte de las actividades que se desarrollan en el Aula Ambiental de la institución Educativa Sol de Oriente.

Cumpliendo con los estándares de competencia especialmente desde el componente de ciencia, tecnología y sociedad, se logra estimular en los estudiantes en la independencia de criterio y adquirir un sentido de responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje, permitiéndoles su transformación y las de sus comunidades. Se logra hacer un acercamiento entre la ciencia y su entorno, consiguiendo una comprensión del significado social, de los conocimientos científicos y el desarrollo tecnológico fundamentado en sus propuestas de investigación y la apropiación de conocimiento, evidenciado tanto en las redes sistémicas como en los informes personales y propuestas de investigación que les permitió observar, evaluar y actuar sobre su entorno, tal como lo plantea Peña (2004); en donde el docente debe perseguir el estímulo de la creatividad, la orientación para la búsqueda y procesamiento de la información apropiada y la toma de decisiones correctas.

Los estudiantes amplían su panorama y demuestran tener conceptos más claros en el desarrollo de sus propuestas, apropiándose de lo aprendido durante la unidad didáctica. Al finalizar la unidad sus propuestas son más complejas, y orientadas a solucionar problemas: Manejan mejor los conceptos, son más técnicos al evaluar las condiciones reales del cerro Pan de Azúcar y en el momento de proponer soluciones; son gestores de procesos que articulan su formación con proyectos de ciudad como: Jardín Circunvalar con la Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín en el desarrollo de sus propuestas y con la participación de 21 de los estudiantes del Voluntariado Ambiental del Área Metropolitana.

Un aspecto importante a tener en cuenta y que demuestra lo significativo de la aplicación de la unidad didáctica es el resultado de matrícula en la técnica en Preservación de Recurso Naturales con el SENA, matriculándose los 38 estudiantes que participaron en el desarrollo de la unidad, demostrando compromiso, responsabilidad, autonomía y trabajo en equipo.

Se demuestra que con la propuesta de unidad didáctica como estrategia de aprendizaje potencialmente significativo se puede motivar a los estudiantes y hacerlos partícipes de en su propio proceso de aprendizaje, les fomenta la autonomía y la auto regulación, lo cual es acorde con lo comentado por Ortega (2007) y evidenciado desde el trabajo de los estudiantes con la construcción de sus propuestas de investigación, el desarrollo del portafolio como metodología de evaluación con procesos de autoevaluación, coevaluación de sus procesos de aprendizaje y la gestión y participación en procesos externos.

Como plantea Angulo (2002) en el proceso de reestructuración y evolución de los conocimientos es fundamental la participación directa del estudiante con procesos de regulación interactuando con el docente o con sus propios compañeros como lo demuestra el trabajo en equipo y la construcción de propuestas para solucionar problemas relacionados con su entorno.

El contacto directo con el medio, especialmente el entorno próximo a los estudiantes, constituye una valiosa fuente de información potencialmente significativa. La interacción directa con el cerro pan de Azúcar acompañado de actividades experimentales relacionadas con la preservación de los recursos naturales se convirtió en una fuente de dudas, conflictos y comparaciones que cuestionaron las respuestas iniciales de los estudiantes y aportaron con perspectivas diferentes a los problemas observados inicialmente.

La biotecnología como eje central de la unidad didáctica y con la investigación como modelo de enseñanza y aprendizaje, permitió a los estudiantes entender las ciencias y especialmente llevarlos a establecer la relación ciencia-tecnología-sociedad como lo plantean Acosta et al. (2008), generando cambios no solamente conceptuales y metodológicos, sino actitudinales en los estudiantes del grado decimo.

Se puede concluir que la unidad didáctica basadas en el ciclo de aprendizaje es una estrategia pertinente para el acercamiento de los estudiantes de educación media a un saber específico como la biotecnología y la preservación de recursos naturales, permitiendo aprendizajes con significado acorde a los intereses de los estudiantes, así mismo permite pensar acerca de los contenidos y de qué manera pueden ser utilizados

en la resolución de problemas pues estos son el fin último en todo aprendizaje de ciencias.

Así mismo, las unidades didácticas utilizadas como estrategia para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias orientan y facilitan el estudio de un tema específico, permiten reconocer que cada estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje construye su propio conocimiento. En esta elaboración sus ideas previas, sus vivencias juegan un papel muy importante, pues permiten ser un punto de anclaje para el aprendizaje del estudiante y le facilita al maestro ser guía y potenciador de la formación.

Esta experiencia pone de manifiesto que la enseñanza es un proceso complejo que abarca un conjunto de actividades cuya calidad depende de la adecuada adaptación de las capacidades del maestro a los estudiantes y a contextos específicos, puesto que si se quiere atender la diversidad de nuestros estudiantes hay que adecuar el proceso didáctico a los progresos y procesos de aprendizaje observados en los estudiantes.

La aplicación de la unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente” permitió hacer una reflexión del saber propio, del saber del estudiante y del contexto. Se estructuraron actividades que se desarrollaron en un tiempo determinado para la consecución de unos objetivos didácticos, dando respuesta a asuntos curriculares como el que enseñar, como enseñar y a la evaluación desde criterios de regulación y autorregulación del aprendizaje, logrando integrar en el proceso de metacognición al docente, al estudiante y el saber pedagógico y didáctico.

7.2 Recomendaciones

Para la Institución Educativa Sol de Oriente es fundamental la implementación de otras metodologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje, diferentes a la forma clásica de enseñar y aprender, basadas en la cátedra del docente y el aprendizaje mecánico del estudiante. La propuesta de trabajar unidades de enseñanza potencialmente significativas es fundamental. Se sugiere que se continúe con la aplicación de este tipo de estrategias que permita mejorar el aprendizaje en los estudiantes.

Es importante darle continuidad a la unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente” no solo aplicándola en estudiantes de décimo como herramienta para ayudar a

los estudiantes a escoger e ingresar a la Técnica en Preservación de Recursos Naturales, sino, aplicarla desde el grado noveno permitiendo un mejor aprovechamiento como estrategia en la formación y en la orientación profesional.

Partiendo de los resultados obtenidos en esta unidad didáctica se recomienda profundizar y analizar las posibilidades de utilizar la biotecnología como estrategia en la formación de los estudiantes en el área de ciencias naturales y educación ambiental; como lo plantea Melo et al. (2005), la incorporación de la Biotecnología en la educación básica y media, es fundamental resaltando que las unidades didácticas deben hacer parte del currículo. Así mismo, deben ir articuladas a estrategias de enseñanza y aprendizaje como la investigación.

La participación de universidades, entidades oficiales y comunitarias en los procesos de formación son fundamentales ya que una mejor participación en la formación y dinamismo por parte de los estudiantes.

En el diseño y la aplicación de las unidades didácticas deben potenciarse el uso de herramientas tecnológicas y especialmente las tecnologías de la información y la comunicación (Tics), ya que estas facilitan y agilizan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R.; García, Y.; y Chavarro, C. (2008). Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología. *Educación Y Educadores*, 11(2), 69–88.

Angulo, F. (2002). *Aprender A Enseñar Ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de Secundaria, basada en la Metacognición*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona..

Angulo, L. (2004). Didáctica y modelos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. Recuperado el 18 de mayo de 2012. <http://www.monografias.com/trabajos25/didactica-ciencias-naturales/didactica-ciencias-naturales.shtml>

Angulo, F. y García, P. (2001). La interacción social como motor de la metacognición. Actas Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Grupo Editorial Universitario II, pp. 549-1560.

Bolaño, P.; Pulido, M.; García, Y. y Roa, R. (2003). Investigaciones escolares de biotecnología en educación media, una forma de integrar ciencia tecnología y sociedad. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extra, p. 187-188. Memorias. 2º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Capra, F. (1998). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL [MEN]. (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales. En Estándares Básicos de Competencias en

lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas (pp 132-141). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional

Gagliardi, R. y Giordan, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-258.

Gallego, D., Celis, G., Arias, G. (2010). Red de Maestros: un espacio para enriquecer y mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. *Bio-grafía*, 3 (4), 107-116.

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

Isaza, L. S. (2001). Hacia una contextualización de las dificultades en el aprendizaje de la lectura y la escritura. *Revista Educación y Pedagogía*, XIII (31), 113-133.

Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, Aprender y Evaluar: un proceso de evaluación continua: Una propuesta didáctica para las áreas de las ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Jorba, J. & Sanmarti, N. (1997). El desarrollo de las habilidades en la enseñanza científica. En O Ensino da Química. II Jornadas Internacionais sobre o Ensino da Química. Vigo: Universidad de Vigo.

Melo, C.; García, Y.; Roa, R.; Valbuena, E.; Jiménez, M.; Barreto, C. Y Chavarro, C. (2005). Implementación de una unidad didáctica: bacterias fijadoras de nitrógeno para la enseñanza/aprendizaje de la Biotecnología en la educación media. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extra, p. 187-188. Memorias. 2º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Pozo, J.I. y Gómez-Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata

Pulido, M.; Roa, R.; García, Y.; Bolaño, P.; Valbuena, E.; López, S. Y Chavarro, C. (2006). *Investigaciones escolares en Biotecnología: una estrategia que involucra situaciones problemáticas*. En: VASCO, C. (ed.). *Ciencias, racionalidades y medio ambiente*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, pp. 139-145.

Ortega Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3 (2), 41- 60.

Roa, R., y Urbina, J. (2005). Reflexión en torno a la introducción de la biotecnología en la educación media y básica. Memorias. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extra, p.192-193. 2º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Robinson, R (2010). Referentes de la biotecnología para la enseñanza de las ciencias naturales. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 3 (5), 170-180.

Sanmarti, N. (1996). Para aprender ciencias hace falta aprender a hablar sobre las experiencias y sobre las ideas. *Textos de Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 8, 26-39.

Simonneaux, L. (2000). Cómo favorecer la argumentación sobre la biotecnología entre el alumnado. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 25, 27 – 44.

Unesco (1990). Teaching Biotechnology in School. Science and Technology Education. Document Series N°. 39.

Valbuena, E. (1998). Contribución al desarrollo de la Biotecnología desde la educación en los niveles de la básica y media. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, 4, 93-92.

A. Anexo. Lectura Motivadora

Las medidas para combatir el cambio climático no pueden esperar una década

El 10 de diciembre, Día Mundial de los Derechos Humanos, terminó la Convención del clima COP 17 celebrada en Durban. Los resultados, lamentablemente, no suponen un apoyo al derecho fundamental a un ambiente saludable y han sido criticados en los medios de comunicación como un claro retroceso. En efecto, hace un año, en la COP 16, celebrada en Cancún, todos los países habían aceptado trabajar para alcanzar en Durban acuerdos vinculantes y justos de fuertes reducciones de gases de efecto invernadero y evitar así que el cambio climático se hiciera irreversible; ahora, sin embargo, solo se ofrece una hoja de ruta para llegar a un acuerdo vinculante en 2015, aplicable a partir de 2020.



No podemos aceptar una propuesta como esta ya que, posponiendo las acciones necesarias y urgentes frente al cambio climático, nos enfrentaríamos a una catástrofe ambiental. Baste recordar que, como señalábamos en el boletín anterior, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) acaba de advertir de que apenas tenemos cinco años para intentar amortiguar los efectos del cambio climático -con drásticas reducciones de las emisiones de CO₂ y un decidido impulso de las energías renovables- antes de que perdamos el control del mismo con consecuencias catastróficas (ver el *World Energy Outlook 2011*, accesible en la web de la IEA, www.iea.org/).

Apenas tenemos cinco años, pero el acuerdo de Durban supone retrasar las medidas toda una década, lo que resulta inaceptable, a menos que se compartan tesis negacionistas sin apoyo científico alguno... aunque amplia y machaconamente difundidas en los medios. Ello está contribuyendo a la desorientación de la ciudadanía y favoreciendo que la problemática del cambio climático pierda prioridad en la acción de los gobiernos, que centran su atención en problemas aparentemente más acuciantes como la crisis económica, sin atender a la estrecha vinculación entre ambas problemáticas. Asistimos ahora a críticas y denuncias a estos gobiernos por su falta de visión y de voluntad política para hacer frente a problemas de los que depende el futuro y

el presente de la humanidad. Son críticas necesarias pero, al propio tiempo, injustas porque tratan de limitar la responsabilidad del fracaso en los gobiernos y evitan analizar en qué medida no estamos contribuyendo todos nosotros a su falta de acción. En efecto, la misma prensa y otros medios de comunicación que ahora critican el resultado apenas han concedido atención al desarrollo de la convención y desde el primer momento prácticamente han dado por fracasado el encuentro. En el tiempo previo a la Cumbre no han llevado –solo ahora- las noticias de Durban a sus portadas. No ha habido tampoco llamamientos a la acción ciudadana: los partidos políticos, los sindicatos, las Universidades, las Asociaciones Científicas y Culturales, han guardado, en general, silencio. Incluso las ONGs, tan visibles y combativas en Copenhague, han tenido esta vez una presencia de menor relieve. Digámoslo, pues, con claridad: ha habido una falta de voluntad política no solo de los gobiernos, sino de toda la sociedad. *Ha habido una falta de voluntad cívica.*

Nos corresponde ahora *a todas y todos* modificar esta situación para hacer frente no solo al cambio climático sino a un *cambio socioambiental global* que incluye desde una contaminación pluriforme sin fronteras al agotamiento de recursos esenciales, pasando por desequilibrios inaceptables e insostenibles. No podemos conformarnos con criticar a los líderes y responsables políticos: el resultado volverá a ser el mismo si no creamos un clima social de firme exigencia fundamentada, apoyada en las recomendaciones de la comunidad científica. En junio de 2012 tenemos una ocasión privilegiada, en la Conferencia Rio + 20 que Naciones Unidas convoca 20 años después de la primera cumbre de la Tierra, para revertir la situación. Pero para ello será imprescindible *una acción continuada e intensa* de orientación ciudadana, que exponga con claridad los problemas y las medidas necesarias y *posibles* para impulsar un desarrollo auténticamente sostenible. Y se necesita comenzar cuanto antes, comenzar ya. Solo así lograremos acuerdos vinculantes, superando los obstáculos que han conducido al fracaso de Durban.

Educadores por la sostenibilidad. Boletín N° 74, 14 de diciembre de 2011
<http://www.oei.es/decada/boletin074.php>

B. Anexo. Trabajo en equipo

Objetivo

Introducir a los estudiantes en el trabajo en equipo de tipo cooperativo o colaborativo. Se genera en trabajo cooperativo, trabajar juntos para aprender y ser responsables del aprendizaje de sus compañeros. Se aplica un factor motivador llamado "Asamblea en la carpintería".

Actividad: Leer la reflexión: Asamblea en la carpintería.

REFLEXIÓN: Asamblea en la carpintería

Cuentan que en la carpintería hubo una vez una extraña asamblea. Fue una reunión de herramientas para arreglar sus diferencias.

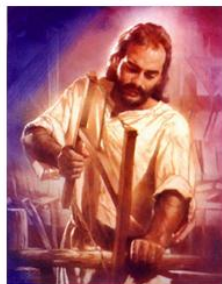
El **martillo** ejerció la presidencia, pero la asamblea le notificó que tenía que renunciar. ¿La causa? Hacía demasiado ruido! Y, además, se pasaba el tiempo golpeando.

El **martillo** aceptó su culpa, pero pidió que también fuera expulsado el **tornillo**; dijo que había que darle muchas vueltas para que sirviera de algo.



Ante el ataque, el **tornillo** aceptó también, pero a su vez pidió la expulsión de la **lija**. Hizo ver que era muy áspera en su trato y siempre tenía fricciones con los demás.

Y la **lija** estuvo de acuerdo, a condición de que fuera expulsado el **metro** que siempre se la pasaba midiendo a los demás según su medida, como si fuera el único perfecto.

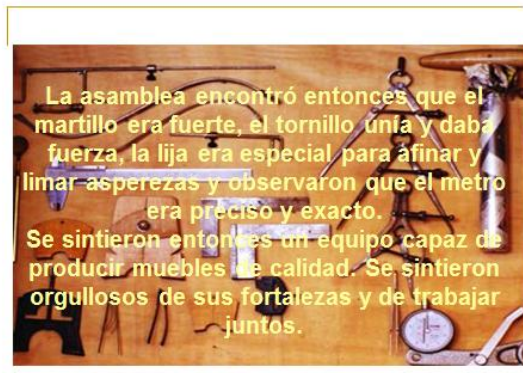


En eso entró el **carpintero**, se puso el delantal e inició su trabajo. Utilizó el martillo, la lija, el metro y el tornillo. Finalmente, la tosca madera inicial se convirtió en un fino mueble.



Cuando la carpintería quedó nuevamente sola, la asamblea reanudó la deliberación.

Fue entonces cuando tomó la palabra el **serrucho**, y dijo:
- "Señores, ha quedado demostrado que tenemos defectos, pero el carpintero trabaja con nuestras cualidades. Eso es lo que nos hace valiosos. Así que no pensemos ya en nuestros puntos malos y concentrémonos en la utilidad de nuestros puntos buenos".



Analizar en equipo la importancia de las aptitudes y actitudes de cada integrante en el logro de metas. Socializar

Bibliografía

Video Asamblea en la carpintería. Tomado de:

<http://www.youtube.com/watch?v=hy1T3abDGMI&feature=related>

Ruta de formación docente en investigación escolar - Modulo I: Explorando – Preguntando. Ciencia en la Escuela. Medellín 2012.

C. Anexo. Trabajo colaborativo

El objetivo es generar en los estudiantes trabajo cooperativo, trabajar juntos para aprender y ser responsables del aprendizaje de sus compañeros.

Tiene como características: que tengan el objetivo de trabajo claramente definido, el establecimiento de normas y principios claros, la distribución de roles de manera que aprendan a desarrollar conocimiento, habilidades, actitudes y valores.

Esto permite lograr independencia, interacción cara a cara, adquirir responsabilidad personal, desarrollo de habilidades personales (orden, tiempo) y de interacción en grupo.

Actividad 1.

Los estudiantes deben conformar equipos de cinco estudiantes y asignar los roles según sus aptitudes y actitudes.

Roles para trabajo colaborativo:

Comunicador

Recoge información por fuera, observando el trabajo de los otros grupos; sólo él puede hacer preguntas al profesor.

Utilero

Persona que busca el material que necesita el grupo, devuelve lo que sobra.

Vigía del tiempo

Le corresponde controlar el uso del tiempo.

Líder

Es un animador y guía del grupo.

Relator

Expone la propuesta final del grupo, presentando la síntesis del trabajo.

Secretario

Registra la asistencia de su grupo de trabajo, así como la responsabilidad en tarea (Hoja de trabajo para hacer en casa). Además, toma apuntes de lo que sus compañeras y compañeros dicen después de la parte experimental para que el vocero tenga un resumen de lo concluido.

Actividad 2

Los grupos deben construir una estructura utilizando cinco cartulinas y cinco clips con las variables: la más alta, la más estable y la más bonita. Después de la primera estructura se evalúan los resultados, cada equipo se pone nuevas metas, se construye una segunda estructura y se evalúan los resultados.

Deben reportar los resultados y proceso de evaluación en el portafolio.

Bibliografía

Equipo de Pequeños Científicos. 2002. Pequeños científicos en la escuela primaria. Rev. Colombiana Ciencia y Tecnología. Vol. 20. No. 1. pp. 26 – 32.

Memorias taller "Estudiantes como Científicos"... el curso Estudiantes como Científicos, programa desarrollado por INTEL - Costa Rica. 16/05/2011.

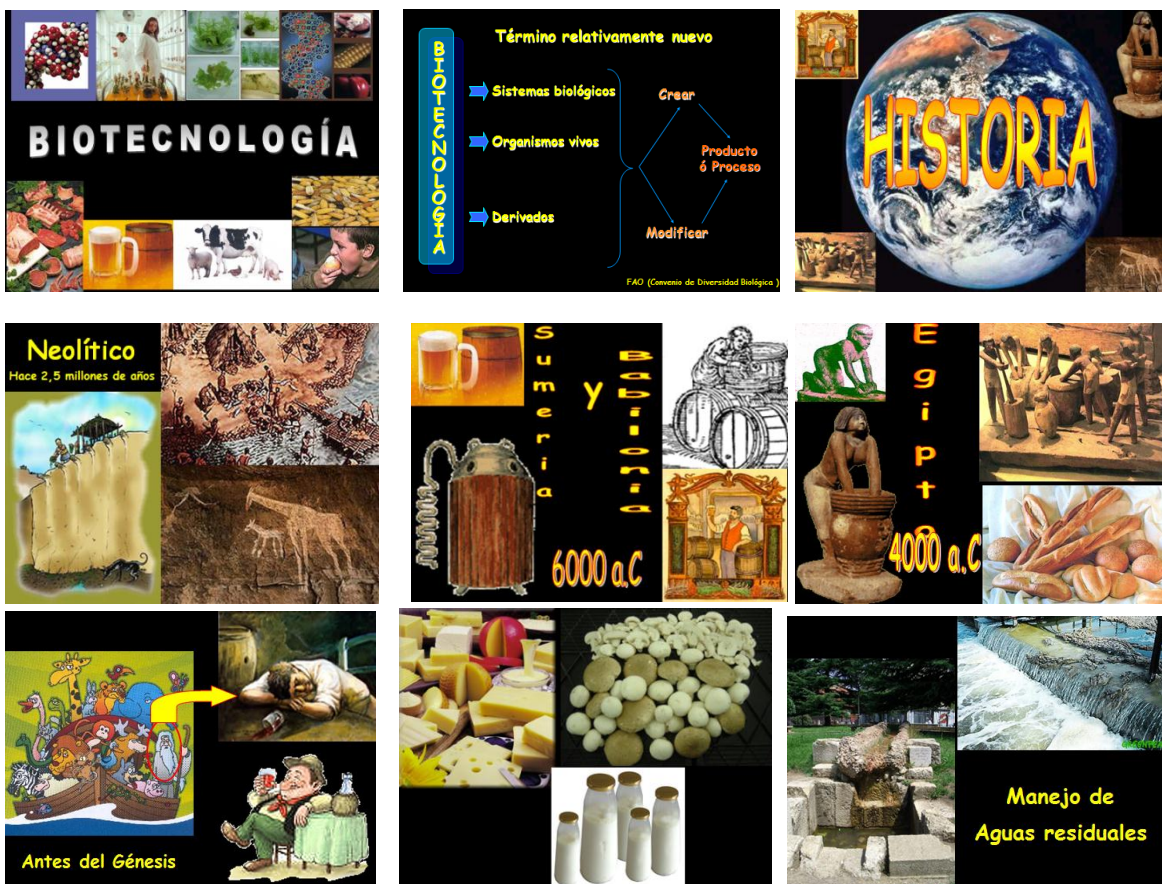
<http://www.parqueexplora.org/educacion-explora/ferias-ct-i/feria-ct-i/docentes/memorias-taller-estudiantes-como-cientificos/>

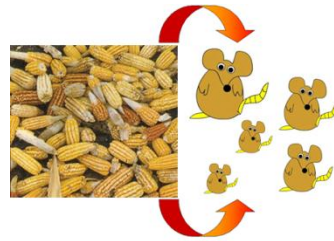
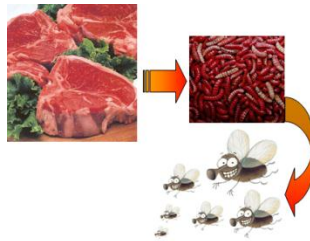
D. Anexo. Unidad didáctica “Con biotecnología construimos ambiente”

Unidad 1. Introducción a la Biotecnología

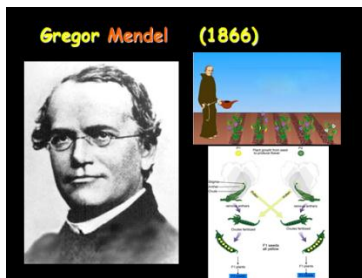
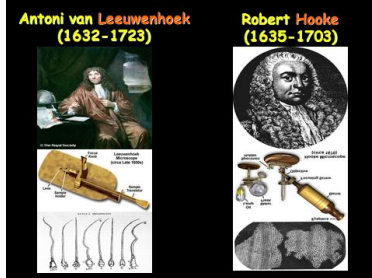
Actividad: A partir de exposición apoyada en diapositivas con participación activa de los estudiantes se explica que es la biotecnología, su historia, ramas de la ciencia importantes y sus principales avances.

PRESENTACIÓN:

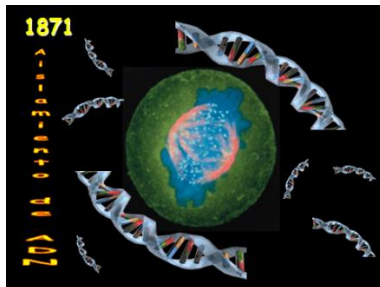




Biología Contemporánea



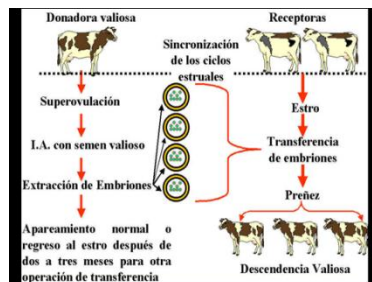
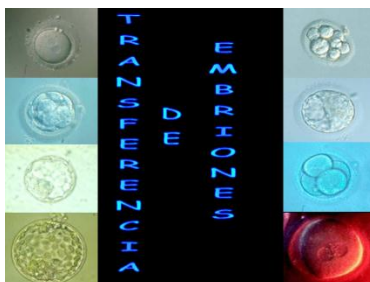
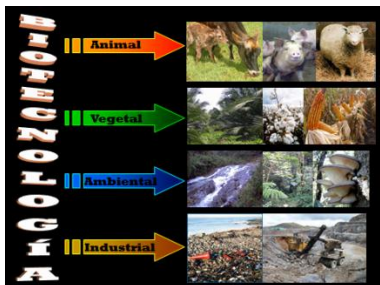
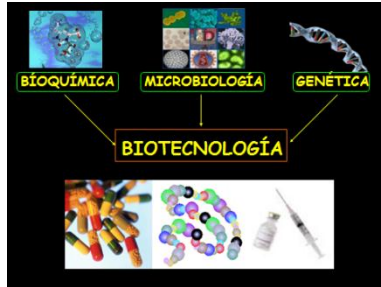
Gracias a Mendel se establecen las leyes de la herencia que permite conocer las características transmitidas de PADRES a HIJOS.

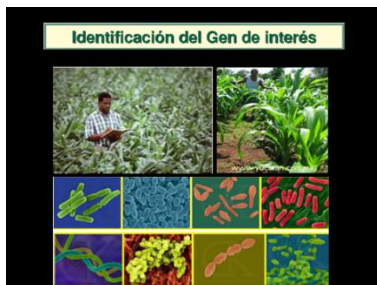
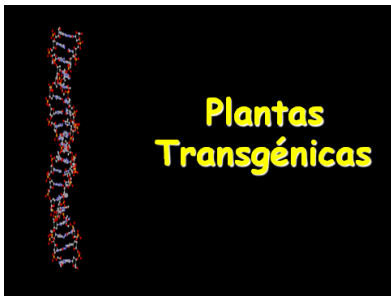
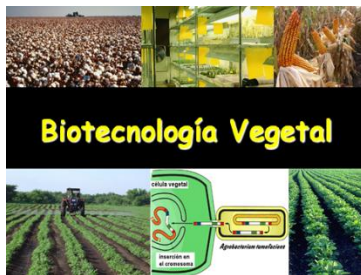
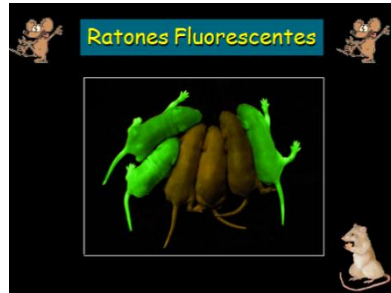


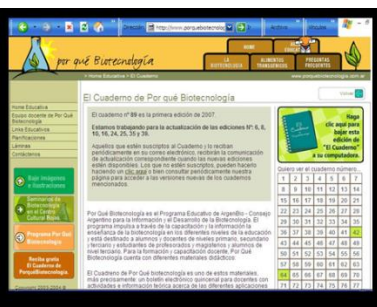
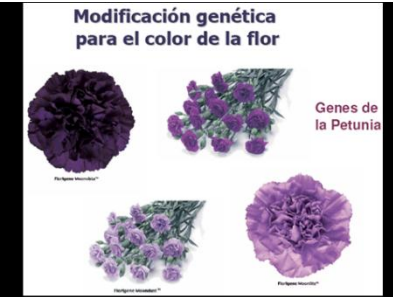
Final Siglo XX Edad de oro de la Biotecnología

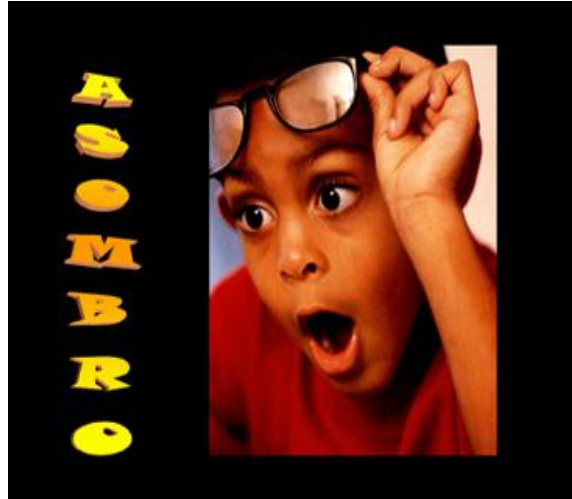


Comienzos del Siglo XX









Evaluación

Al finalizar la presentación se realiza un foro abierto sobre las apreciaciones y perspectivas que abre la biotecnología.

Bibliografía. Programa de Articulación Media técnica en Biotecnología Agraria. Politécnico Jaime Isaza Cadavid – Secretaria de educación de Medellín. 2006.

Unidad 2. Conocimiento de las prácticas ambientales del Área Metropolitana del Valle de Aburra

Es de gran importancia que los estudiantes amplíen sus horizontes y conozcan y se relacionen con otros espacios y con otras propuestas en el estudio, desarrollo y mejoramiento de las condiciones ambientales.

Metodología: Se invita al Voluntariado del Área Metropolitana del Valle de Aburra para que conviden a los estudiantes a participar del voluntariado y hagan parte de las prácticas a desarrollarse.

Actividades:

1. Intervención zonas verdes del barrio Santa Mónica – Comuna 12.
2. Caminata de reflexión ambiental Cerro Lumbi- Biocahuana. Copacabana – Antioquia
3. Visita a la Torre SIATA. Medellín
4. Visita trabajo con residuos sólidos y la comunidad. Bello Oriente - Comuna 1.
5. Celebración día de la tierra. Barbosa - Antioquia.
6. Visita a la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire. Universidad Nacional.
7. Programa: Control de fuentes móviles terrestres y tráfico de animales silvestre.
8. Día de la preservación de los recursos naturales. Barrio 13 de Noviembre – comuna 8
9. Reconocimiento a personalidades que trabajan por el medio ambiente. Programa de talentos Platerito.
10. Visita al Parque de las aguas actividad de socialización e integración. Girardota Antioquia
11. Visitas a Instituciones educativas de Medellín.

Evaluación

Cada actividad se socializa, se analizan los nuevos conocimientos y la dinámica del grupo. Se sistematiza en el portafolio.

Unidad 3. La Microbiología y la importancia en el ambiente.

Actualmente comprendemos que nuestros amigos los microorganismos están ocupando el papel más importante dentro del ecosistema global en nuestro planeta, permitiendo que la vida es él se siga desarrollando; además de las múltiples funciones que cumplen a nivel de la cadena trófica y la forma en la cual los utilizamos para nuestro beneficio. La microbiología hoy es una ciencia dinámica que tiene ramificaciones en casi todos los aspectos de la vida humana, tales como la medicina, la agricultura y el medio ambiente.

Actividad 1: Como proceso introductorio a la microbiología se pide a los estudiantes que entren a la wiki del aula ambiental de la institución educativa Sol de Oriente.: <http://maescentics.medellin.unal.edu.co/~gacelisv/wiki/index.php/Microbiologia> donde encontraran diferentes actividades y lecturas relacionadas con la biotecnología. Entrar a la opción: “Microbiología Los microorganismos salvarán nuestro planeta”.

Una vez leído y disfrutado la wiki se hace trabajo de socialización para entender y reforzar conceptos.

Actividad 2. Distribución de los microorganismos: “La Ubicuidad”

1. Introducción

Cuando se habla de la distribución de los microorganismos, necesariamente debemos referirnos al término ubicuidad. ¿Pero qué indica este término en microbiología?, se refiere a lo presente en varios lugares, aquello que puede encontrarse en muchos sitios; así se dice que los microorganismos son ubicuos, ya que pueden encontrarse en

cualquier sitio y/o ambiente. Como son microscópicos no se observan a simple vista y tampoco significa que no están presentes. Los podemos aislar del suelo, agua, aire, alimentos y otros materiales.

El hecho de encontrar un microorganismo en algún sitio me está indicando la existencia de algún proceso biológico de transformación de compuestos químicos. En la naturaleza, ¿qué material o sitio se conoce que esté exento de microorganismos?, es más fácil enumerar los sitios donde no se encuentran los microorganismos: en cráteres de volcanes activos, tejidos de órganos internos de animales y el hombre (excepto el intestino).

La microbiología se divide en varias ramas de estudio:

- Evolución y creación - Biodiversidad
- Exobiología - Ecología, humana, interacción de poblaciones
- Biorremediación - Reciclaje, tratamiento de desechos. desechos animales y compostaje.
- Microbiología de los alimentos - Biotecnología - Exploración del subsuelo

2. **Práctica:** Explica brevemente en qué consiste cada una de las ramas de la microbiología.

Actividad 3. UBICUIDAD, “Los microorganismos en el ambiente”

1. Objetivos

- Comprobar la presencia de algunos microorganismos en algunos ambientes
- Observar el crecimiento de algunos microorganismos en un medio de cultivo básico.

2. Introducción

Cuando se habla de la distribución de los microorganismos, necesariamente debemos referirnos al término ubicuidad. Pero ¿qué indica este término en microbiología?, se refiere a lo presente en varios lugares, aquello que puede encontrarse en muchos sitios;

así se dice que los microorganismos son ubicuos, ya que pueden encontrarse en cualquier sitio y/o ambiente. Como son microscópicos no se observan a simple vista y tampoco significa que no están presentes. Los podemos aislar del suelo, agua, aire, alimentos y otros materiales.

El hecho de encontrar un microorganismo en algún sitio me está indicando la existencia de algún proceso biológico de transformación de compuestos químicos.

3. Materiales. Cinta para rotular

- Aplicadores de Algodón - Cajas Petri con medio de cultivo - Cinta para rotular
- Mechero - Medio de cultivo: AGAR NUTRITIVO

4. Procedimiento

1	Colocar una gota de saliva sobre el agar y diseminarla mediante un movimiento de vaivén
2	Abrir la placa sobre el mesón y dejar el agar expuesto al aire durante 10 minutos
3	Toser sobre el agar
4	Pasar una toalla de papel impregnada con desinfectante sobre una porción del mesón de más o menos 25 cm ² , dejar secar y luego pasar un hisopo estéril por esa superficie y trazar sobre el agar varias líneas paralelas con el hisopo
5	Toma un hisopo estéril, luego frótalo sobre la superficie que seleccionaste, luego trazar sobre el agar varias líneas paralelas con el hisopo, sin romperlo

Finalmente lleva a incubar durante 24 – 48 horas.

5. Resultados y discusión.

- Anota las observaciones, dibuja y describe los resultados obtenidos.
- Analiza el porqué de la cantidad y diversidad de los microorganismos que obtuviste.
- Como relacionas los resultados obtenidos, con el ambiente de donde tomaste la muestra.
- Observar las placas de sus compañeros
- Discutir durante 10 minutos las observaciones y sacar conclusiones sobre los resultados de este trabajo práctico.

6. Resuelve.

Si tú posees un cultivo de banano y encuentras que en las hojas aparecen manchas que son provocadas posiblemente por algún microorganismo. (Basados en el laboratorio anterior). Que metodología utilizarías para comprobar la presencia de ese microorganismo?

Bibliografía

MICROBIOLOGÍA. Modulo N° 3. Politécnico JIC. Secretaria de Educación de Medellín. Agosto 2004.

Unidad 4. Biotecnología ambiental para salvar el planeta.

Actividad 1. Como proceso introductorio a la biotecnología ambiental vamos a conectarnos con la wiki del Aula Ambiental de la Institución educativa sol de Oriente: http://maescentics.medellin.unal.edu.co/~gacelisv/wiki/index.php/Biotecnolog%C3%ADa_Ambiental y entramos a “Biotecnología ambiental para salvar el planeta. Haremos lectura, desarrollaremos las actividades planteadas, disfrutaremos aprendiendo.

Posteriormente en clase se realizará un foro sobre los temas tratados de manera que se aclaren conceptos, se expliquen los nuevos y se pueda entender el proceso.

Actividad 2. ¿Qué es compostaje? Reciclaje de materia orgánica.

1. Introducción

El manejo ecológico de recuperación de suelos, plagas y enfermedades es por naturaleza preventivo, tiene dos fundamentos principales: potenciar la vida del suelo y la implementación de sistemas de cultivo diversificados en especies y variedades, tanto en el tiempo –rotaciones- como en el espacio -asociaciones de cultivos, agroforestería- que permiten que el propio agroecosistema busque su equilibrio. La aplicación de

biopreparados –infusiones, extractos, purines, vióles y compost son un complemento al manejo de cultivos, plagas y enfermedades.

2. Materiales:

Para la elaboración del compostaje se puede emplear cualquier materia orgánica, generalmente estas materias primas proceden de restos de cosecha, abonos verdes, siegas de césped, malezas, hojas, estiércol, desechos animales, complementos minerales, etc.

Desechos orgánicos como cascaras.

Desechos animales

Hojarasca

Palas, machete, martillo y clavos.

Tablas de madera

Plástico negro

Termómetro y Cinta de pH

Libreta de campo

3. Procedimiento:

- Elegir un terreno plano de 1m x 1m.
- Hacer una caja de madera que sirva de depósito del material orgánico a trabajar, el material debe estar en contacto directo con el suelo, debe tener un adecuado equilibrio entre aireación y humedad.
- Generalmente se debe cortar el material orgánico en pequeños pedazos.
- Para la construcción de la pila de compostaje se debe adicionar inicialmente una capa de 10 cm con tierra abonada, seguida por una capa de 10 cm de los desechos orgánicos (cascaras), una capa de desechos animales como estiércol y finalmente una capa de 10 cm de hojarasca.
- Siguiendo la misma secuencia se debe completar una altura de 50cm.
- La primera aireación de la pila se debe realizar cuando haya transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días.

- La pila debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores.
- Cada vez que se realice la aireación se debe medir la temperatura y el pH.
- El pH debe iniciar neutro, a mitad del procedimiento debe acidificarse y estabilizarse con el tiempo o etapa de descomposición del material orgánico, en caso de que el pH sea menor a 5 debe adicionar una base.
- Después de dos o tres meses se obtendrá un compostaje joven.

4. Evaluación: Discutir en clase lo observado y los resultados obtenidos.

Bibliografía

Politécnico Colombiano JIC; Alcaldía de Medellín (2004). Biotecnología Ambiental, modulo N° 7. Unidad 8. Pp.70 – 79. Medellín, Antioquia.

Actividad 3. Muestreo de agua en la quebrada “la Arenera” en el cerro Pan de Azúcar

1. Introducción

Muestreo de aguas y suelos

La toma de muestras de agua y suelos constituyen uno de los aspectos fundamentales de todo análisis de calidad de estos dos recursos. Los resultados de un programa de muestreo sirven para actividades tales como:

- Las muestras son la base para el diseño y operación de plantas de tratamiento de agua potable y residual.
- Establecer tratamiento de descontaminación o bioremediación de suelos, permiten simular el comportamiento de las corrientes de agua, sirven para elaborar diagnósticos, programa de control y evaluar medidas correctivas en la recuperación de estos recursos.

Los programas de muestreo mal elaborados producen resultados incoherentes que llevan a diseños errados o toma de decisiones equivocadas. Los aspectos básicos que debe cumplir un programa de muestreo son:

- Asegurar que la muestra sea representativa del agua residual o suelo contaminado
- Preservar las muestras
- Analizar correctamente los resultados obtenidos

2. Materiales:

Beaker de 500ml

Termómetro

Cinta de pH

Recipiente plástico grande

Libreta de campo

Microscopio

Estereoscopio

Goteros

Portaobjetos

3. Procedimiento:

- Después de la explicación del docente dirigirse a la quebrada “la arenera” y evaluar aspectos como: Tipo de descargas que recibe la quebrada y características físicas.
- Tomar una muestra de agua instantánea o compuesta en un recipiente plástico grande, para luego tomar sub-muestra en un beaker.
- Rotular la muestra con la siguiente información:

Sitio del muestreo: _____
Número de la muestra: _____
Fecha: _____ Hora: _____
Responsables: _____
Observaciones: _____

- Medir pH, temperatura y describir las características físicas de la muestra.
- En el laboratorio observar en el estereoscopio.
- Adicionar una gota de agua en un portaobjetos y observar en el microscopio en los objetivos 4x – 10x y 40x.

Evaluación: Discutir en clase lo observado y los resultados.

Bibliografía:

Politécnico Colombiano JIC; Alcaldía de Medellín (2004). Biotecnología Ambiental, modulo N° 7. Unidad 2. Pp 21 – 27 Medellín, Antioquia.

Unidad 5. INTODUCCIÓN A LA BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Actividad 1. Lectura

Aspectos más relevantes de la biotecnología vegetal

La Biotecnología Vegetal es considerada por muchos investigadores como la parte fina de un conjunto de procesos que se iniciaron hace muchísimos años, cuando el hombre cambió su estado nómada a sedentario, al observar que se podían volver a obtener los frutos o semillas que se consumían por la siembra de los mismos, en otras palabras aprendieron la domesticación. En los primitivos de Egipto y el continente Americano la

domesticación se remonta alrededor de los años 4000 a.c. y 16000 d.c. en donde por la buena producción que obtenían, escogían y guardaban algunas semillas para la siguiente siembra. De esta forma se comenzó una agricultura de subsistencia en la que se practicó una selección simple, el agricultor se convirtió en mejorador y propio consumidor de sus productos, mejorador porque en la continua acción de siembra de las plantas o mantenimiento de los animales silvestres propició un cambio gradual a esas condiciones y consumidor inmediato puesto que era para su sobrevivencia.

No obstante durante miles de años se presentaron estos eventos, cuando se formaron ciudades y se llegó a la división de la sociedad en sus diferentes funciones, aquí se da paso a una búsqueda de mayor producción de alimentos puesto que era más la población que consumía que la que cultivaba.

Es entonces la revolución industrial del siglo XVIII con el método científico aplicado a muchos otros campos, el que analizaría hasta los más mínimos componentes de la agricultura de ese momento, separando como resultado, la ganadería de la agricultura, la fruticultura fuera del huerto e introduciendo toda aplicación de actividades intensivas como la fertilización, riego, mecanización, comercialización y producción.

Se tenían conceptos como los del gran naturalista Charles Darwin, quién concluyó que las especies no eran inalterables y que algunas podían presentar diferencias que las favorecen con relación al ambiente, con mayores posibilidades de reproducción y conservación en el tiempo, esto era la **Selección Natural**.

En esta época también contribuyeron otros descubrimientos tales como la nutrición vegetal, la industria de conservación de alimentos, y la llegada de los primeros híbridos, obtenidos mediante el cruzamiento artificial entre variedades y especies diferentes, sobre la base de que las plantas tienen sexo, plantas dotadas de cualidades superiores a las originales.

A partir de los trabajos relacionados con la viabilidad o no de los cruces, desde el XVII al XIX se llevan a cabo una serie de estudios tales como los desarrollados por Gregorio Mendel y sus leyes, como una explicación de la transmisión de la **herencia**. Teniendo para principios de 1900 variedades antes inexistentes de ornamentales, cereales y frutales entre otros.

Se inicia una época en que la Genética permite analizar y predecir resultados en una forma matemática al realizar programas de mejoramiento. Pero el crecimiento poblacional y la agricultura intensiva, esta última teniendo como mejoradores las casas comerciales productoras de semillas, afectan la distribución de variedades y agotan la variabilidad genética, cosa que no hacía la mejora tradicional y con estas condiciones se requiere transferir algunas características en las plantas que presentan dificultades en su cruzabilidad.

A lo largo de 1900 se realizaron descubrimientos que lanzaron a la agricultura hacia la moderna biotecnología y con ella nuevas legislaciones que ofrecieran cierta normatividad a los avances, como es la ley de patentes aprobada en 1930 por los Estados Unidos para las plantas producto de la citogenética. De otro lado, la gran oleada de conocimientos generados con el descubrimiento de la estructura de la molécula que transmite la herencia, el ácido desoxiribonucleico (ADN), se inician múltiples investigaciones que giran en el estudio de la expresión de esta molécula y posteriormente en su fragmentación en lo que se denominó **genes**, algo muy importante para la naciente Biotecnología Moderna.

De nuevo es requerido un aumento de productos agrícolas. Miles de personas en el mundo, principalmente poblaciones crecientes como la China, India y algunos lugares de Latinoamérica, necesitaban asegurar una mayor obtención de alimentos, por lo cual se implementó una agresiva actividad agrícola mediante prácticas intensivas de aplicación de abonos y pesticidas, esto junto con la obtención de variedades de los principales cereales consumidos, tales como el maíz, el trigo y el arroz y que permitió salvar millones de vidas. A este nuevo contexto se le dominó la **Revolución Verde** de los años 60's.

A pesar de que desde 1919 se había acuñado el término de biotecnología por el húngaro Karl Ereky, tan sólo cuando Cohen y Boyer logran escindir y transferir un gen de un organismo a otro para la producción de insulina humana (1973) se reconoce verdaderamente el paso a esta era biotecnológica y se inicia la “domesticación del gen” (Cubero, 2000)

Con todos estos avances continúa su desarrollo la biotecnología, en la década de los 80's, a la par la evaluación de los alimentos derivados de la misma y el surgimiento de

nuevos marcos legales, para producir, distribuir y comercializar productos biotecnológicos.

Un precedente importante en 1982 fue la obtención de la primera planta de tabaco resistente a un antibiótico, pero más aún en 1994 fue la aprobación de la comercialización en California del tomate transgénico FlavrSavr, en el que se brindó a los consumidores un tomate más sabroso y que permanecía fresco durante más tiempo, poco tiempo después, se introdujeron nuevas variedades de cultivos de soya y maíz que se protegían a sí mismas. Tres años después de la introducción del tomate FlavrSavr, fueron aprobados por el gobierno de los Estados Unidos, 18 cultivos derivados de la biotecnología. Posteriormente Científicos alemanes y suizos obtuvieron el arroz dorado (1999), fortalecido con beta caroteno, estimulante de la producción de vitamina A que puede prevenir determinadas formas de ceguera.

En el 2000, la *Arabidopsis thaliana*, el modelo de estudio en plantas, tiene el primer genoma secuenciado, lo que abre una nueva perspectiva en el funcionamiento y control de las características en las plantas. Se comienza la producción de variedades que resisten las condiciones adversas o marginales. Con todos estos nuevos productos y las expectativas hacia ellos. Se publica por parte de la Comunidad Europea un seguimiento de alrededor de 15 años donde se concluye que los productos biotecnológicos no plantean más riesgos para la salud humana o el medio ambiente que las cosechas convencionales. En tanto que el Centro Nacional de Política Alimentaria y Agrícola indica que entre soya, algodón, papaya, calabaza y canola se producen 2000 millones más de kilogramos en un área igual que con los productos convencionales, así se mejora el ingreso y se reduce el uso de plaguicidas.

A partir de la creación de la primera molécula recombinante, hasta las nuevas variedades transgénicas de hoy, se han considerado como la panacea tanto las tecnologías como sus productos, los transgénicos, sin embargo, ante el temor de lo novedoso y desconocido generan una contraposición por lo cual la creación de nuevos acuerdos y legislaciones van en pro de un mayor manejo y conocimiento por parte de los consumidores de las características de estos productos, así tendrán bases claras para una aceptación o rechazo con mayor responsabilidad, equilibrando los beneficios económicos de una mejor alimentación, salud y medio ambiente.

Breve recuento de la historia del cultivo de tejidos vegetales

Aunque el cultivo de tejidos tiene como base el concepto de totipotencialidad celular implícito en las teorías de Scheleiden y Schwann propuestas desde 1838, su práctica sólo se hace común a partir de las investigaciones de fisiología vegetal y parte de la primera formulación nutritiva preparada a partir de los análisis realizados por Sacko y Knop en 1860-1861 sobre las sustancias utilizadas principalmente por las plantas.

Consecuentemente mediante soluciones nutritivas se determina cual es la posición en que normalmente se forman los brotes y raíces adventicias, esto es la polaridad del crecimiento. Sin embargo algunos investigadores al cultivar, células de hoja aisladas de diferentes tipos de monocotiledóneas, en uno de los primeros ensayos realizados, no obtuvieron muy buenos resultados, retomando el concepto de la totipotencia celular, al declarar que existiendo esta característica en las células vegetales podría modificarse debido al ambiente y la nutrición, además introdujeron el término de callo al referirse a una células que por su división celular han formado una masa amorfa.

A pesar de que en los siguientes años los avances fueron pocos, se continuó cultivando diferentes tipos de tejidos y órganos tales como embriones, raíces, semillas, etc. Y consecutivamente fueron mejorando los medios de cultivo, reportando mejoras en los resultados, como el caso de White que al cultivar ápices de raíz de tomate en un medio con sacarosa y extracto de levadura, obtuvo un crecimiento activo. En adelante la adición de componentes como glucosa, microelementos, vitaminas, y el descubrimiento de sustancias como las hormonas uno de los más importantes, permiten que avancen las investigaciones y se descubran diferentes aplicaciones y sistemas de cultivo, por ejemplo Nobecourt y Gauthered (1939) obtuvieron crecimiento de callo en forma indefinida; Morel y Martín (1952) encontraron en el cultivo de tejidos la cualidad de proporcionar plantas libres de virus, al cultivar plantas de dalia a partir de meristemas.

En 1955 se identificó la kinetina como un iniciador de la división celular, que al asociarse con otros reguladores del crecimiento pueden inducir la formación de brotes y raíces. Murashige y Skoog en 1962 lograron el crecimiento rápido de tejidos de tabaco con un medio nutritivo que hoy por hoy es un medio basal considerado prácticamente en el cultivo de cualquier especie.

Un evento importante fue la realización en 1963 del primer congreso internacional de cultivo de tejidos, lo que brindó el espacio para la discusión, unificación y avance para las investigaciones futuras. En esta década se obtienen las primeras plantas haploides a partir del cultivo de anteras y se intenta el cultivo de protoplastos.

En los 70's se inicia una época en que la tendencia en el cultivo de tejidos es el mejoramiento mediante la fusión de protoplastos, método en que las células vegetales han perdido su pared celular y mediante determinadas técnicas pueden ser unidas entre sí, obteniendo híbridos de tabaco, petunia, tomate, y patata entre otros, este mejoramiento se continúa con la introducción de técnicas de mutación dirigida, además del gran número de investigaciones enfocadas a estudios de embriogénesis, organogénesis, hibridación diferenciación, fitopatología, citopatología y producción de metabolitos secundarios.

Para los años 80's se estandarizan las técnicas de embriogénesis y organogénesis en muchas especies, se dio marcha a la producción en forma masiva y producción de semilla sintética, como una alternativa en la obtención de grandes cantidades de plantas para la agricultura, además que estos sistemas de propagación permitían la implementación de las novedosas técnicas de ingeniería genética como aquella en la que se aplica la integración del plásmido Ti de *Agrobacterium tumefaciens* portando genes que brindan características de interés agronómico

Todas las investigaciones que fueron en principio base del conocimiento de la fisiología en pro de la agricultura, fueron entonces la fundamentación misma del cultivo de tejidos, incipiente en ese tiempo pero que ha ganado una gran fuerza como una de las principales herramientas junto con la ingeniería genética en la biotecnología, y que está generando una directa repercusión en la agricultura, el ambiente, la economía y la calidad de vida.

A partir de esta década se han tratado de obtener no solamente plantas con características de resistencia al medio ambiente, como suelos ácidos o salados, sino también con resistencia a malas hierbas o insectos, vegetales y frutos con mejores cualidades en sabor y nutrición que prevengan enfermedades por contener hormonas, anticuerpos o vacunas (alimentos funcionales), esto en respuesta a las necesidades

mundiales actuales, con una perspectiva en la que la productividad agrícola, la conservación del ambiente y la promoción de la salud deben ser metas a seguir.

Terminología

Ácido desoxirribonucleico: molécula que contiene los genes y transmite la herencia.

Agrobacterium tumefaciens: bacteria que en forma natural infecta las células e introduce su material genético para ser replicado.

Ápices: extremo terminal de un órgano.

Biotecnología: Es la utilización de seres vivos o sus productos con la aplicación de técnicas modernas que permiten la obtención de un servicio o bienestar.

Callo: en el cultivo de tejidos de plantas es el crecimiento de una masa de tejido debido a su continua división celular.

Citopatología: estudios llevados a cabo para determinar las enfermedades a nivel celular.

Consumidor: organismo vivo encargado de llevar a cabo el proceso de ingestión y desdoblamiento de algún tipo de alimento.

Cruzamiento: establecimiento de una relación reproductiva entre dos especies.

Domesticación: acción de reproducir bajo condiciones controladas especies u organismos vivos que normalmente crecen en forma silvestre.

Embriogénesis: proceso en el cual se forman y desarrollan los embriones.

Escindir: acción de cortar o separar un fragmento de otro.

Fitopatología: disciplina que estudia las enfermedades de las plantas, los agentes causantes, sintomatología y desarrollo de las mismas.

Fusión de protoplastos: técnica en el cultivo de tejidos que permite la unión de dos células de plantas diferentes.

Glucosa: sustancia que en el cultivo de tejidos proporciona la fuente de carbono.

Híbrido: individuo, resultado de la unión de padres genéticamente diferentes. Progenie de un cruce entre especies del mismo género o de géneros distintos.

Hormonas: sustancia que es producida en un lugar y que lleva a cabo su función o efecto en otro.

Kinetina: regulador del crecimiento perteneciente a las citocininas que induce la división celular.

Medio basal: medio de cultivo formulado con solo sales inorgánicas, que carece de reguladores de crecimiento.

Mejorador: persona encargada de realizar los procesos de selección de individuos para llevar a cabo cruces y obtener individuos con mejores características.

Meristemos: región del ápice que se encuentra en continuo crecimiento.

Metabolitos secundarios: sustancias, producto del metabolismo celular secundario o sea que no cumplen una función primordial en la planta.

Microelementos: conjunto de sustancias inorgánicas que son requeridas por las plantas en pequeñas cantidades.

Monocotiledóneas: uno de los grupos de plantas en que se encuentra clasificado las angiospermas.

Mutación: cambio en la cantidad o estructura del genoma.

Nómada: ser vivo que no tiene un lugar fijo establecido para vivir.

Organogénesis: en cultivo de tejidos conocida también como morfogénesis, y se refiere al proceso de desarrollo de los órganos de la planta.

Plásmido: fragmento de ADN circular que es extraño a la célula que lo hospeda.

Polaridad: en cultivo de tejidos es la direccionalidad que tiene el tejido para desarrollar los brotes y raíces.

Reguladores de crecimiento: sustancias producidas en una forma sintética y que tienen un efecto estimulante en la división y alargamiento celular de las plantas.

Sedentario: que vive en quietud, en un lugar determinado.

Selección natural: separación de individuos por condiciones de la naturaleza tales como montañas, ríos, etc., generando en las mismas características especiales de identidad.

Semilla sintética: embriones somáticos, brotes o yemas que son recubiertos por una cubierta artificial y que posibilitan utilizarlos como si fuese una semilla convencional

Totipotencia: capacidad que presenta la célula vegetal de recapitular el desarrollo de una planta hasta formarla completamente en sus órganos y funcionalidad.

Transgénicos: organismos a los cuales se les ha modificado su información genética y, por ende sus características, adicionándole un fragmento de ADN extraño

Variabilidad genética: introducción de cambios a nivel del genoma de un organismo.

Cultivo de células y tejidos

El cultivo de tejidos son las técnicas para la regeneración de plantas funcionales a partir de plantas, semillas, embriones, órganos, tejidos, callos, células y protoplastos, bajo condiciones artificiales y de asepsia sobre un medio nutritivo, ó para producir alguna sustancia de interés.

Fig. 1. Meristema , yema apical y axilar.



Esta metodología es conocida como **propagación clonal**, ya que se asume que las plantas obtenidas cuentan con una idéntica información genética del parental y son llamadas clones; o también **cultivo “in vitro”** que literalmente significa en vidrio puesto que inicialmente todos los cultivos se realizaban en recipientes de vidrio.

Características del cultivo de tejidos

Esta técnica se caracteriza por:

- Ser a microescala, o sea no requiere grandes espacios para realizar algún tipo de producción.
- Condiciones ambientales optimas, referido a factores físicos, nutricionales y hormonales, todos se suplen en una forma artificial.

- Exclusión de los microorganismos (hongos, bacterias y virus), como también las plagas (insectos y nemátodos), debido al control que se realiza desde antes de establecer el cultivo y las condiciones de asepsia cuando se realiza la siembra.
- Generalmente no se produce el patrón normal de desarrollo, las condiciones de crecimiento son artificiales y las plantas obtenidas requieren una fase de aclimatación para lograr una madurez en sus células.
- Pueden aplicarse reguladores de crecimiento y según su forma de utilización pueden inducir la formación de raíces ó de brotes ó de callo.
- La capacidad de las células permite manipulaciones que bajo otras circunstancias serían imposibles, esta plasticidad permite que la célula pueda ser reprogramada a cumplir con otra función, es el caso por ejemplo de células de la hoja que puedan producir embriones, ó que dos células somáticas puedan ser unidas y generar una nueva variedad con otras características.
- Un papel definido a jugar por el cultivo de tejidos es de ser una herramienta para conseguir cosas que serían imposibles “*in vivo*”.

Ventajas del cultivo de tejidos

- Ahorro de tiempo en la obtención de nuevos individuos y por tanto disminución del tiempo de mejoramiento.
- Ahorro de espacio (cien metros cuadrados pueden reemplazar cien hectáreas de terreno), en un pequeño recipiente pueden estar dispuestos muchos individuos.
- Mantenimiento de individuos genéticamente deseables (conservación de características tales como resistencia, productividad, adaptación).
- Obtención de material genéticamente homogéneo, con la clonación base del cultivo de tejidos la clave principal está dada por la técnica aplicada en la obtención de las plántulas, esta brinda la estabilidad genética requerida cuando de propagación de plantas élites se trata y en la que se requiere que la progenie sea idéntica a los progenitores.
- Obtención de plantas libres de patógenos, esto es posible como se mencionó anteriormente debido a las condiciones asépticas de manipulación para el cultivo, así como también a la implementación de la técnica de cultivo de meristemos que

por sus características ofrece la mayor confianza en la salud de las plantas obtenidas.

- Reducción de costos (tiempo, espacio y mano de obra). En el campo la obtención de semillas o nuevas plantas para la producción de cualquier tipo de alimento es sometida a inconvenientes tales como enfermedades condiciones ambientales adversas, grandes áreas y mano de obra para llevar a cabo los procedimientos, todo lo anterior significa en términos económicos dinero que puede ser ahorrado ó invertido en otras actividades.
- En la conservación de especies en vía de extinción. En este sentido la propagación masiva y criopreservación son dos mecanismos que pueden emplearse en la preservación de especies que presentan dificultades en su reproducción o que requieran aumentar su número para mantener un equilibrio en la naturaleza.
- El cultivo de tejidos es una herramienta que ofrece las mejores posibilidades para llevar a cabo procesos de fitomejoramiento, estudios morfológicos, citológicos, mutagénicos y embriológicos.

Limitaciones del cultivo de tejidos

- La planta madre como material de partida debe ser cuidadosamente seleccionado (material élite) y en lo posible determinado su genotipo, estos factores afectan directamente la capacidad morfológica e introducen variables genéticas en las plantas micropropagadas.
- El desconocimiento en el manejo adecuado de las hormonas conlleva al fracaso en los objetivos del cultivo.
- Conocimiento de las técnicas para elegir la más adecuada a las necesidades.
- Costos de los equipos, la gran mayoría de uso primario en el establecimiento y desarrollo de los cultivos y cuando se produce a gran escala no pueden ser reemplazados.

Aplicaciones del cultivo de tejidos

El cultivo de tejidos en general es útil en:

- Micropropagación: proporcionando plantas de valor forestal, agrícola y horticultural en una forma rápida de multiplicación vegetativa.

- Producción de plantas libres de enfermedades, cuando el ápice de la yema es utilizado para la multiplicación en cultivo de tejidos, se obtiene plantas libres de enfermedades por ser de un meristemo apical, el meristemo es un grupo de células que están en el extremo de la rama o la raíz y que por estar en continua división están libres de patógenos.
- Mejoramiento de plantas, el cultivo de tejidos ha sido exitosamente utilizado en programas de mejoramiento.
- En la producción de plantas resistentes a pesticidas y enfermedades, algunas técnicas de cultivo de tejidos tal como el paso del tejido a través de la fase de callo puede introducir variaciones en las plantas, algunas de estas variaciones pueden ser características de interés agronómico tales como tolerancia a las plagas, a enfermedades, a condiciones adversas entre otras.

Conceptos y términos

Determinación

La determinación es la información que tiene una célula para desarrollarse en un tejido dado, esta depende de la naturaleza del tejido, de su estado vegetativo y del tratamiento que ha recibido, puede ser progresiva y jerárquica. Por ejemplo el tejido de una yema rameal está determinado a formar hojas. El potencial de desarrollo del tejido se reduce a medida que aumenta el estado de determinación, aspecto que es necesario tener en cuenta para establecer cultivos con fines morfogenéticos, como es el caso de las células meristemáticas que tienen todo el potencial y que con un estímulo adecuado mediante hormonas puede obtenerse otro tipo de tejido.

Totipotencialidad

Es la habilidad que tiene los tejidos indiferenciados de las plantas, para diferenciarse en plantas funcionales cuando son cultivadas *in vitro*.

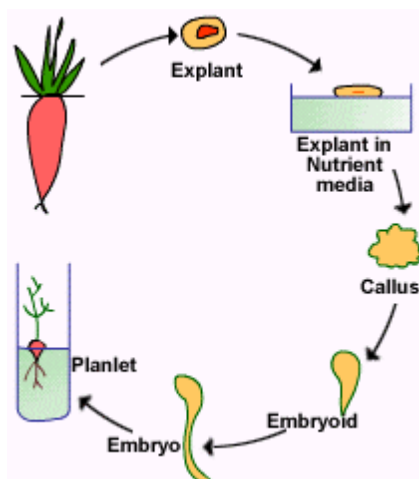


Fig. 2 Totipotencialidad, como un fragmento de tejido después de haber sido cultivado permite la formación de nuevo de la planta.

Competencia

Es el potencial endógeno de una célula o tejido para desarrollar una determinada vía. La competencia de una célula se expresa como la habilidad de esta para la regeneración de ciertas partes de la planta, por ejemplo en forma natural la mayoría de brotes de las plantas separados de su planta madre pueden tener competencia para la formación de raíces.

Explante

Cuando se refiere al explante (o), se está hablando a cerca del material de la planta aislado, que se va a utilizar para el inicio del cultivo y el cual puede ser una semilla, embrión, tejido, órgano o fragmento de la planta.

Inóculo

En cultivo de tejidos se habla de este término cuando se refiere a suspensiones celulares o formas callogénicas, las cuales ya han sido cultivadas *in vitro* y que son la partida de otro tipo de establecimiento en el cultivo, por ejemplo un inóculo de callo embriogénico (gramos de la masa callogénica) para el establecimiento de una suspensión celular (cultivo líquido).

Tipos de cultivos

Totipotencialidad vs. Determinación

Para algunos tipos de cultivos la totipotencialidad es explotada, mientras que en otros casos no. Esto es que en algunos cultivos simplemente se lleva a cabo el desarrollo de estructuras preexistentes tales como yemas, semillas, tubérculos, etc., con estas estructuras existe determinación para lo cual sólo es colocarlas en un medio adecuado para que se forme la planta. Mientras que en otros casos la determinación del tejido es re-evaluada mediante estímulos que permiten una formación “de novo” (nueva, no preexistente) que demuestra la completa totipotencialidad celular. Son de novo la formación de yemas, raíces o embriones, la diferenciación de callo, células aisladas o protoplastos para generar órganos y que finalmente completa una planta. Es por lo tanto que en los cultivos se puede desarrollar estructuras preexistentes por determinación ó formadas de novo basadas en la totipotencialidad celular.

Fig. 3 Desarrollo de ovario



Fig. 4 Floración



Independientemente sea determinación o totipotencialidad, mediante esta metodología se pueden cultivar:

- Meristemas apical o radical. En este caso el material de partida para el cultivo son meristemas que pueden ser tomados de la región apical o de la región de la raíz, este tejido es aconsejado porque se encuentra en continua división celular y responde muy favorablemente al cultivo.

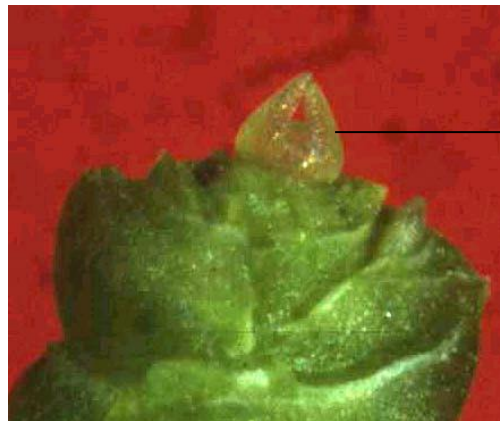


Fig.5 Meristema(o)

- Yemas apicales o axilares. La yema apical es prácticamente el ápice de la planta este contiene el meristema que es de menor tamaño y en ella se observa claramente el tejido que se está formando mientras que en el meristema es tejido en formación, de otro lado las yemas axilares o laterales como su nombre lo dice se encuentran a los lados de las ramas u hojas no siendo la yema principal como lo es la yema apical. Estas tiene una buena respuesta al cultivo sin embargo, para la obtención de plantas libres de virus o bacterias no son recomendadas debido a que el tejido está más diferenciado y pueden ser portadoras endógenamente.

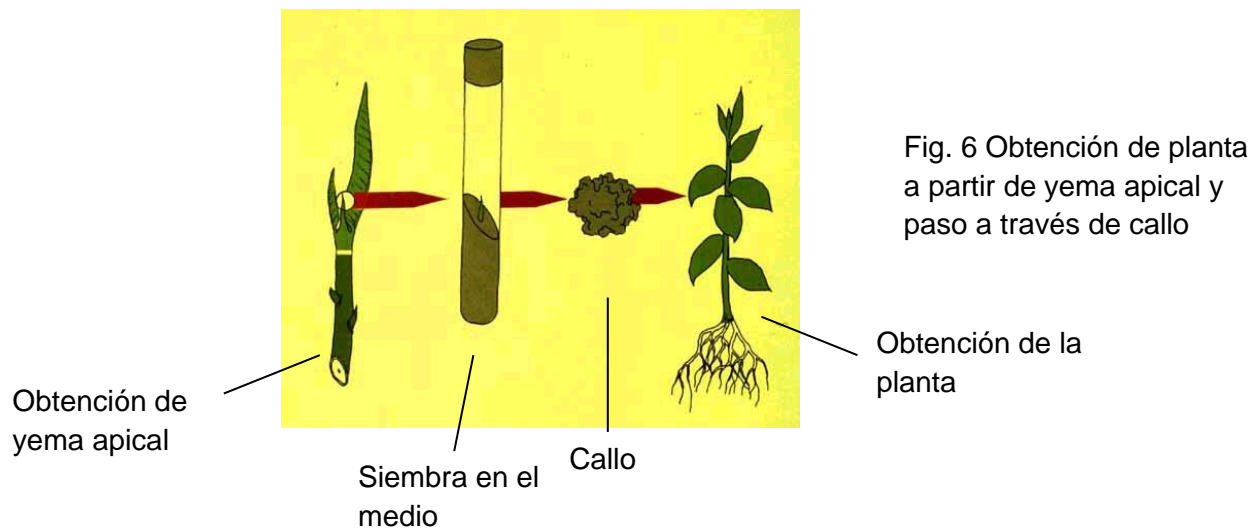


Fig 6. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/tisscult/pltissue/pltissue.html>

- Fragmentos de tejido. Esto puede ser cualquier parte de la planta incluyendo desde hojas, tallo, raíz, tejido interno de cualquier órgano, óvulo anteras etc. A partir de ellos puede generarse la formación de callos.
- Callos células simples, protoplastos, suspensiones. La formación de callo permite la obtención de una masa de tejido que posteriormente sirve para la obtención de suspensiones celulares al servir estos como inóculo inicial. En otro aspecto también pueden ser utilizados para obtener protoplastos, que son células a las cuales mediante un proceso enzimático se les ha eliminado su pared de esta forma pueden realizarse cruces entre dos células y regenerar la planta de nuevo para obtener un individuo con características diferentes

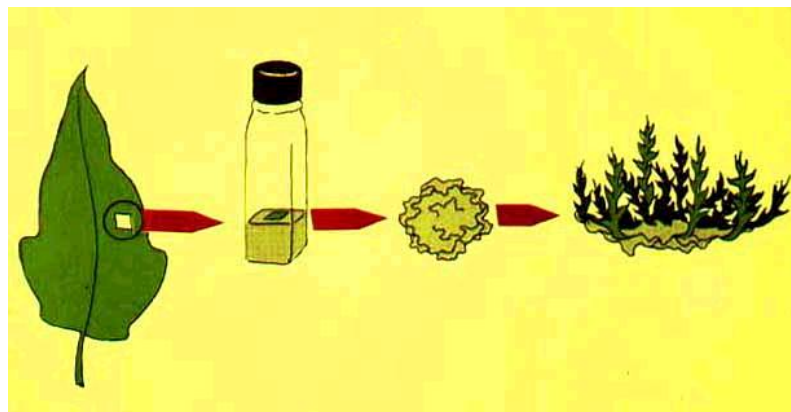


Fig. 7 Obtención de plántulas a partir de un fragmento de hoja pasando a través de la fase de callo
<http://aggie-horticulture.tamu.edu/tisscult/pltissue/pltissue.html>

- Explantes nodales o internodales. El nodo o nudo es un trozo de tallo donde regularmente se encuentra una yema lateral, mientras que el explante internodal sería el fragmento comprendido entre dos nudos. Regularmente estos sirven para hacer la regeneración de una única planta, pero en el caso de pretender obtener un mayor número deberá ayudarse de hormonas que estimulen la formación de múltiples yemas, las que posteriormente serán individualizadas como plantas nuevas.

Una vez se realice la lectura se socializa y se discute para aclarar los conceptos. Visitar la wiki del aula ambiental:

http://maescentics.medellin.unal.edu.co/~gacelisv/wiki/index.php/Biotecnolog%C3%ADa_vegetal

Actividad 2. PREPARACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO MURASHIGE Y SKOOG

1. Introducción

En esta práctica se va preparar un medio nutritivo para el crecimiento de tejidos vegetales el cual está basado en el método descrito por Murashige y Skoog (1962), que consta tanto de macro como de micro nutrientes, vitaminas y azúcar como fuente de carbono. En esta preparación lo importante para que quede bien el procedimiento, es

estar seguro de las cantidades medidas tanto en la preparación de las soluciones madre como en al realizar las mezclas, una recomendación es la de utilizar agua desionizada o en su defecto destilada al completar el volumen del medio, para que no afecte la composición final.

2. Materiales

Soluciones: Madre o Stock (sólo deben sacarse de la nevera al momento de usar)

NaOH y HCl

Vidriería: Beaker (500 ml),

Probeta (500 ml),

Pipetas (10, 5,0, 1,0 ml),

Frascos (tipo compota o de inyección)

Varillas (agitador)

Cajas de Petrie

Papel: Aluminio

Kraft ó periódico

Vinilpel

Equipos: pH metro

Estufa

Autoclave

3. Procedimiento:

Antes de dar comienzo es conveniente tener claro cuántos mililitros de medio se van a preparar, si se tiene como referencia la tabla 1. Se puede calcular sencillamente, mediante reglas de tres, cuanto se debe adicionar de los diferentes componentes cuando es más o cuando es menos de 500 ml. de medio.

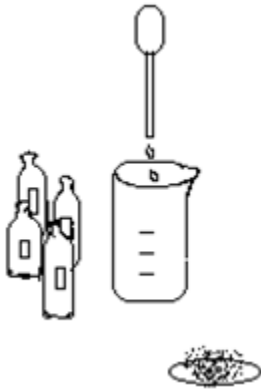
TABLA 1. Información para preparar 500 ml de medio de cultivo:

Solución Madre	Concentración final mg/ml	Preparación en 250 ml (g)	Alícuota
A. Na ₂ EDTA FeSO ₄ 7H ₂ O	37,3 27,8	0,1865 0,139	25,0
B NH ₄ NO ₃ KNO ₃	1,650 1,900	20,725 23,75	10,0
C H ₃ BO ₃ KH ₂ PO ₄ KI Na ₂ MO ₄ .2H ₂ O CoCL ₂ .5H ₂ O	6,2 1,70 0,83 0,25 0,025	0,31 8,5 0,0415 0,0125 0,0013	2,5
D MgSO ₄ 7H ₂ O MnSO ₄ \$H ₂ O ZnSO ₄ CuSO ₅ H ₂ O	370 22,3 8,6 0,025	2,5	2,5
E CaCl ₂ .2H ₂ O	440	27,25	2,0
Vitaminas			
H Mioinositol	100 mg	100 mg/l	
		g/100 ml	
F Tiamina	1,0	0,002	2,5
I Ác. Nicotínico	0,5	0,025	1,0
J Piridoxina	0,5	0,025	1,0
K Glicina	2,0	0,1	1,0
sacarosa	30 g/l		15,0 g
pH	5,7		5,7

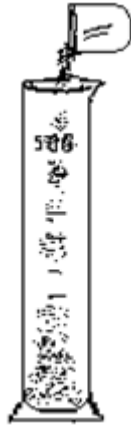
Nota: En los cálculos anteriores las soluciones madre han sido concentradas para su mejor manejo.

Listos los cálculos y teniendo conforme todos los elementos se siguen los pasos de la ilustración:

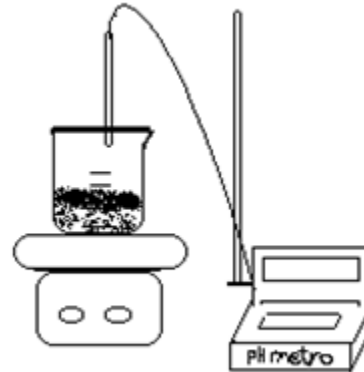
Soluciones macro y micro
Vitaminas y Azúcar



Ajuste del volumen final



Medición del pH



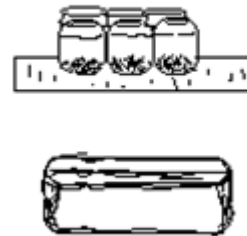
Adición del agente gelificante
(Si lo requiere) y calentamiento



Servida y tapado del medio



empaquetado de
frascos con medio



Luego se lleva a la autoclave y se esteriliza. Posteriormente se guarda en la nevera hasta ser utilizado para siembra.

Actividad 3. Propagación in vitro – Micropropagación

1. Introducción

Cuando se pretende llevar a cabo el cultivo del explante una de las preguntas más común es en qué tipo de medio se va a dar inicio el establecimiento del tejido, y aunque la práctica hace al maestro, es pertinente consultar la existencia de información previa, tratar de conocer en qué tipo de suelo se desarrolla en forma natural y revisar las diferentes formulaciones planteadas para los diferentes tipos de plantas. Luego al tener una idea de cuáles pueden ser los componentes que normalmente necesita una planta o una parte de ella, para cubrir los requerimientos básicos esto es que le permitan desarrollarse y/o crecer, pero también hay que considerar la especie o si es un árbol, arbusto o hierba porque todos estos elementos que se prepare para el posibilitan que el medio de establecimiento cumpla con una buena función, y sea más rápida o efectiva la respuesta del tejido.

Diferentes formulaciones

Como ya es conocido el cultivo de tejidos aparece como una prolongación de las investigaciones llevadas a cabo en fisiología, de donde se hacen múltiples investigaciones para conocer las necesidades específicas de las plantas, de las cuales se determinan algunas composiciones minerales. Desde entonces tales formulaciones, en la mayoría de los casos, llamadas con el nombre de las personas que las indicaron, se preparan metódicamente y muchas de las cuales, solas o en mezclas han sido utilizadas hasta el día de hoy.

Las formulaciones propuestas pueden variar desde 5 a más de 15 compuestos de un listado de alrededor de 35, pueden ser por ejemplo con bajo contenido en sales como el medio de White (1963) o el de Schenk/Hildebrant (1972) o altos como los de Murashige/Skoog (1962) o el de Nitsch/Nitsch (1969). En vista del conocimiento de estas composiciones y su utilidad se han producido en polvo o en forma líquida y ofertado por muchas casas comerciales. De estos medios, se tendrá como base en particular el medio Murashige y Skoog (1962), el cual es rico en contenido de sales y es utilizado en el cultivo de gran variedad de especies.

Composición de un medio de cultivo

El éxito del cultivo de tejidos depende principalmente de la elección del medio de cultivo en tanto que hay una interacción directa entre el explante utilizado y los requerimientos nutricionales, por lo que existe una gran cantidad de formulaciones, y es entonces necesario definir los objetivos, tipo de explante, especie y técnica a utilizar para el cultivo

Básicamente el medio de cultivo se considera como una composición de sustancias orgánicas e inorgánicas, reguladores de crecimiento si el cultivo lo necesita así como de si algunos suplementos vitamínicos, además en la mayoría de los casos un agente gelificante como soporte del tejido.

En términos generales los componentes son:

Agua

Elementos minerales

Fuente de carbono

Vitaminas

Agente gelificante

Reguladores de crecimiento

El agua es un factor importante en el medio por lo cual debe contarse con agua destilada o desionizada, de esta manera que no intervenga con los iones disueltos formados en el medio.

Los elementos minerales se catalogan como macro y micronutrientes, denominados así debido a la cantidad de estos requerida por la planta. Entre los macronutrientes se encuentran el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg); y entre los micro el hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), cinc (Zn), boro (Bo), molibdeno (Mo), cloro (Cl), yodo (I). Estos componentes son de gran importancia debido a las funciones que desempeñan en la planta, por tanto no pueden ser estos elementos reemplazados por ningún otro. Cumpliendo en forma vital para la planta, una función

plástica al formar parte de sustancias que forman cuerpo celular y una función catalítica al formar parte de las enzimas (metaloenzimas) o por activar otras como cofactor

La fuente de carbono más utilizada es la sacarosa o azúcar común, entre concentraciones del 20 al 50%, pero además son posible otras formas de azúcares como la glucosa, fructosa o maltosa. El azúcar es muy importante en el medio ya que debido a las condiciones artificiales del cultivo las plantas no son completamente autotróficas, necesitando esta fuente de carbono que proporcione la suficiente energía para el desarrollo o crecimiento de la planta.

Dentro de las vitaminas se ha encontrado ser la más importante la tiamina, sin embargo la biotina, glicina, piridoxina, ácido nicotínico, tocoferol, ácido ascórbico pantotenato de calcio y mioinositol pueden ser necesarios en cultivos específicos.

En cuanto que, dependiendo del estado físico del medio puede variar la respuesta del tejido es importante determinar cuál es el apropiado para el caso en particular en que se trabaja. Cuando a un medio no se le adiciona un soporte para el tejido, se está hablando de un medio líquido, pero cuando lo requiere en una cantidad adecuada es un medio sólido, y si está en menor concentración es un medio semisólido. Este soporte son agentes gelificantes que sirven para apoyar el tejido mientras este crece, para lo cual existen diferentes nombres de productos comerciales tales como gelrite, fitagel o simplemente agar. Su aplicación puede variar entre 1.6 a 6.0 gr/L, siendo adecuado seguir las recomendaciones del fabricante y realizar ensayos previos.

Reguladores de crecimiento en plantas

Los reguladores de crecimiento son denominados por su obtención artificial y debido a su acción en la planta es toda sustancia orgánica, distinta de los nutrientes, que a bajas concentraciones (menores que 1 a 10 mM) promueven, inhiben o modifican el crecimiento o el desarrollo del vegetal.. Hoy día son reconocidos seis grupos de reguladores, utilizados comúnmente en la manipulación del crecimiento dentro del cultivo de tejidos, estos son: Auxinas naturales y sintéticas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno.

Se dividen en 4 grupos:

1. Sustancias naturales: llamadas fitohormonas. En ellas se incluyen auxinas, giberelinas, citocinininas, etileno, etc.
2. Activadores sintéticos del crecimiento: similares a las hormonas, entre las que podemos citar una auxina sintética: el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y una citocinina sintética, la benciladenina.
3. Retardadores sintéticos del crecimiento: como el Cycocel (CCC) y la hidrazida maleica (MH)
4. Herbicidas sintéticos, entre los que podemos citar al Monurón y el Metribuzín. En agricultura son de interés aquellos que muestran una toxicidad selectiva sobre ciertas especies.

Fitohormonas

Se definen como aquellas sustancias orgánicas que se sintetizan en alguna parte de la planta, y que se trasladan a otro donde ejercen su acción fisiológica en muy bajas concentraciones.

El crecimiento y desarrollo de las plantas está regulado por un equilibrio entre las hormonas estimulantes del crecimiento (auxinas, giberelinas y citocinininas) y las hormonas inhibitoras del crecimiento (ácido abscísico y jasmonatos).

Se enfocarán los 5 primeros grupos de hormonas naturales descubiertas: giberelinas, ácido abscísico, citocinininas, auxinas y etileno, así como otros compuestos descubiertos más recientemente que tienen un rol regulatorio en el desarrollo de las plantas, como el óxido nítrico, brasinoesteroides, poliaminas, ácido salicílico y jasmonatos.

Generalidades: La mayoría de ellas son derivados indólicos relacionados con el ácido indol acético (AIA), sin embargo existen algunos compuestos fenoxiacéticos, benzoicos o picolínicos con actividad auxínica.

Biosíntesis: se asocia con los tejidos en intensa división, especialmente en: meristemas apicales de tallos y raíces, hojas jóvenes y frutos en desarrollo. También en hojas maduras y ápices de raíces, aunque en menor proporción. Sin embargo, las auxinas también fueron encontradas en otras partes de las plantas a donde son movilizadas

desde su sitio de síntesis por transporte polarizado. La principal auxina endógena es el ácido indolil-3-acético (AIA). Es sintetizada en la planta a partir del L-triptofano, que puede estar libre o formando parte de proteínas. Por acción de una transaminasa se transforma en ácido indolpirúvico el cual se descarboxila por acción de una descarboxilasa formándose indol-acetaldehído. Luego actúa una oxidasa que lo transforma en ácido indol acético. Existen otras vías de síntesis que conducen al compuesto mediante la formación intermedia de triptamina, o bien mediante un intermediario nitrílico. El AIA se puede transformar en ácido indol butírico por acción de una sintasa.

Citosinas o citoquininas:

Son un grupo de hormonas que regulan la división celular. Derivan de la adenina o de aminopurinas. Las diferentes cadenas laterales se unen al nitrógeno del carbono 6. Pueden presentarse como: bases libres (que constituyen las formas activas de las citoquininas), o bien ribonucleósidos, ribonucleótidos y glicósidos (que se activan por conversión a la forma de base libre); también pueden hallarse como bases modificadas formando parte de los RNAt (aunque la cantidad de citoquininas derivadas de esta fuente carece de gran relevancia) La primera citocinina natural aislada fue la zeatina [N-(4-hidroxi-3-metil-2-butenil) aminopurina] obtenida de granos de maíz (*Zea mays*).

Biosíntesis: Tiene lugar principalmente en el citosol de las células de meristemas apicales de raíz, y también en embriones jóvenes de maíz y hojas jóvenes en desarrollo. La cadena lateral deriva de la vía del acetato-mevalonato. El isopentenil pirofosfato se transfiere al AMP (derivado de la síntesis de purinas) por acción de la Citoquinina sintasa (una prenil transferasa similar a las de la síntesis de los terpenos). El isopentenil adenina ribonucleótido generado se transforma en las diferentes citoquininas, sin embargo muchas de las enzimas involucradas todavía no se han identificado.

Las provenientes del RNAt se forman durante el procesamiento del precursor del RNAt (existe una prenil transferasa diferente a la vista en la otra vía que reconoce una secuencia específica de bases, y no emplea AMP como sustrato)

Una buena fuente de citocininas la constituyen los frutos y semillas inmaduras y los hidrolizados de tRNA de plantas, animales y microorganismos.

Efectos fisiológicos:

- Promueven la división celular. Asociadas a las auxinas favorecen el transcurso de G2 a M.
- Promueven la formación y crecimiento de brotes laterales (axilares). Es decir que vencen la dominancia apical.
- Promueven la movilización de nutrientes hacia las hojas.
- Promueven la germinación de las semillas y el desarrollo de brotes.
- Promueven la maduración de los cloroplastos. Participan en la síntesis de pigmentos fotosintéticos y proteínas enzimáticas junto con otros factores tales como la luz o los nutrientes.
- Promueven la expansión celular en hojas y cotiledones. Al igual que las auxinas por un incremento en la extensibilidad mecánica aunque no hay bombeo de protones.
- Retrasan la senescencia de las hojas. La senescencia es un proceso genéticamente programado que afecta todos los tejidos vegetales. La senescencia foliar está regulada por un balance hormonal dado por los niveles de citocininas y de etileno, es por ello que las citocininas se usan comercialmente para mantener más tiempo el color verde de las hojas de hortalizas hasta que se consuman.

Es necesario tener en cuenta que de los reguladores anteriores un balance entre auxinas y citocininas permite la formación de callo, pero si se encuentra en mayor cantidad la primera se inducirá enraizamiento y si al contrario es la segunda entonces se presentará formación de brotes

Otras sustancias utilizadas en las cuales no es muy exacto el contenido químico tal como la leche de coco, jugo de tomate, pulpa de banano entre otros.

Otro aspecto muy importante en la preparación de un medio de cultivo es calibrar el pH adecuado para el crecimiento del tejido, encontrando pHs específicos en muchas

especies y en algunos casos con valores extremos de basicidad o acides necesarios para el establecimiento y desarrollo, sin embargo también hay muchas especies más que se pueden cultivar en medios neutros y es por lo cual se deben realizar ensayos previos.

2. Materiales:

- Beaker 500ml
- Frascos de compota
- Bisturí o cuchillas
- Estiletes
- Papel filtro
- Mechero
- Medios de cultivo PDA y MS
- Etanol
- Hipoclorito
- Agua destilada
- Cámara de flujo laminar
- Autoclave

3. Procedimiento:

Etapa 0: Elección de la planta madre y preparación de explantes.

- Elección de la planta madre: Esta debe ser cuidadosamente seleccionada por ser el material elite, generalmente se elige una planta con desarrollo activo, vigoroso y sin signos de enfermedad visibles.
- Corte y desinfección del explante : El explante puede ser una semilla, embrión, tejido, órgano (óvulos, anteras) o fragmento de la planta (hoja, tallo, raíz o tejido interno). Se recomienda tomar el explante de los meristemas apicales o radicales y/o yemas apicales o axilares.

Etapas 1: establecimiento o iniciación.

El éxito de la propagación in vitro depende en su gran mayoría de la asepsia y viabilidad de los cultivos. Por lo que se debe realizar la desinfección de explantes y siembra en cámara de flujo laminar, además de tener estériles los medios de cultivos.

- Adicionar en un beaker de 500ml el explante por un tiempo de 5 minutos en una solución de hipoclorito al 10% previamente preparada en agua destilada. La concentración de hipoclorito y tiempo de espera varía de acuerdo a la especie a trabajar.
- Después de transcurridos los 10 min enjuagar abundantemente con agua destilada y dejar secar el explante en papel filtro en la cámara de flujo laminar.
- El corte se realiza cuidadosamente de forma transversal si se trata de meristemas.
- Desinfectar la mesa y las paredes de la cámara con etanol, adecuar los mecheros, pinzas, estiletes, bisturí y medios de cultivo de forma que a la hora de realizar la siembra podamos manipular fácilmente estos instrumentos. Encender la luz UV por 30 minutos.

Etapas 2: Siembra del explante:

Esta etapa es crucial porque define el proceso de producción. Se puede utilizar diferentes tipos de propagación como producción vía organogénesis o embriogénesis en medios de cultivo sólidos.

- Para realizar la siembra se deben coger los explantes con las pinzas y situarlos en la superficie del medio de cultivo. En cada medio se siembran de 2 a 3 explantes.
- Sellar los frascos con papel aluminio y llevarlos al área de crecimiento, con fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas noche.

Etapas 3: Enraizamiento

En esta etapa se preparan las plántulas para su reacondicionamiento en campo, se debe tener en cuenta la vigorosidad de las raíces.

- Una vez se observe las raíces con un tamaño aproximado de un 3cm, extraer las plántulas del medio cuidadosamente y evitando el quiebre del tallo y raíces principales, si esto pasa descartar la plántula.
- Llevar al semillero, el cual debe tener tierra esterilizada, dejar en el área de crecimiento con el mismo fotoperiodo trabajado en el medio.

Etapas 4: Aclimatación o endurecimiento:

La aclimatación se realiza en invernaderos con condiciones controladas de humedad relativa porque las plantas por sus condiciones de crecimiento carecen de herramientas de defensa.

- Cuando se observe las plántulas relativamente grandes se trasplantan a bolsas plásticas con tierra para llevar al invernadero.
- En el invernadero se debe mantener la humedad a las plantas.
- Después de 15 días llevar las plántulas a campo o huerta.

Cada equipo debe hacer seguimiento de las cuatro etapas y registrar en el portafolio.

Bibliografía

Politécnico Colombiano JIC; Alcaldía de Medellín (2004). Biotecnología Vegetal, modulo N° 5. Unidad 5. Pp.40 – 45. Medellín, Antioquia.

Mroginski, L.A. Roca, W.M. (1991). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales in vitro. En: cultivo de tejidos en la agricultura. (Cap. 2). En línea. Consultado (18 mayo, 2013) Disponible en:

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Cultivo%20de%20Tejidos%20en%20la%20Agricultura/capitulo2.pdf>

E. Anteproyecto significativo

PROPAGACIÓN IN VITRO DE FIQUE (*macrophylla* Baker) EN EL LABORATORIO DE LA I.E SOL DE ORIENTE PARA LA COSTRUCCIÓN DE BARRERAS ROMPE FUEGOS EN EL CERRO PAN DE AZÚCAR

Sonia Mileidy Betancourt – John Alejandro García – Jeison Arley Ruiz

Resumen:



El fique (*Furcraea macrophylla*) es una planta de gran interés económico para la producción de materia prima, considerada de alta proyección a nivel nacional e internacional. En Colombia existen aproximadamente 20 especies, algunas utilizadas para extraer la fibra textil conocida como “cabuya”. El Cerro Pan de Azúcar ubicado en el centro oriente de la ciudad de Medellín tiene gran cantidad de plantas de fique, que hasta ahora no han sido aprovechados por los habitantes de sus alrededores. Por ende se plantea la idea de la propagación *in vitro* del fique y de esta manera obtener material vegetal libre de plagas y enfermedades para posteriormente sembrarlo en el cerro enfocándose en el concepto de crear líneas rompe fuegos que eviten la propagación de incendios.

Palabras clave: investigación, reforestación, fique, fibra, producción *in vitro*, Incendios.



Hipótesis:

A través de la producción *in vitro* de fique se pueden crear barreras rompe fuegos y reforestar el cerro Pan de Azúcar, para mitigar problemáticas ambientales.

Objetivo general:

Producir fique (*Furcraea m.*) por medio del cultivo *in vitro* para la reforestación y diseño de barreras rompe fuegos en el Cerro Pan de Azúcar.

Objetivos específicos:

- Obtener por medio del cultivo *in vitro*, plántulas de fique libres de patógenos.
- Devolver al Cerro Pan de Azúcar las plantas producidas en laboratorio.
- Diseñar barreras rompe fuegos y prácticas de reforestación con fique en el cerro Pan de Azúcar.

Metodología

- Se va a seleccionar una muestra de bulbillos de plantas madres de fique del cerro Pan de Azúcar.
- Se va a diseñar un protocolo de propagación *in vitro* de fique para la obtención de plántulas, en el cual se evaluara: desinfección de bulbillos, micro y macro nutrientes necesarios en el medio de cultivo y condiciones de aclimatación en invernadero.
- finalmente se van a seleccionar los lugares del Cerro Pan de Azúcar para la posterior siembra de las plántulas.

Resultados esperados

Se espera obtener plántulas libres de patógenos en buenas condiciones asépticas a partir del cultivo *in vitro* y lograr reforestar y crear líneas rompe fuegos en el Cerro Pan de Azúcar.