

DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE CULTIVO DE TEJIDOS
VEGETALES *IN VITRO* QUE PERMITA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS
RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS, PARA
ESTUDIANTES DEL GRUPO DE BIOTECNOLOGÍA DEL COLEGIO CAFAM

ANYI KATERIN FLORIAN ARDILA

2013210021

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BIODIVERSIDAD, BIOTECNOLOGÍA Y
CONSERVACIÓN
BOGOTÁ D.C.
2019 - I

DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE CULTIVO DE TEJIDOS
VEGETALES *IN VITRO* QUE PERMITA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS
RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS, PARA
ESTUDIANTES DEL GRUPO DE BIOTECNOLOGÍA DEL COLEGIO CAFAM

ANYI KATERIN FLORIAN ARDILA

Trabajo presentado para optar el título de Licenciada en Biología

Directora del trabajo de grado
SILVIA ROSY GÓMEZ DAZA
M. Sc. Microbiología

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BIODIVERSIDAD, BIOTECNOLOGÍA Y
CONSERVACIÓN
BOGOTÁ D.C.
2019 – I

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen por regalarme la vida y la salud, el esfuerzo y dedicación para sostenerme durante el transcurso de mi carrera, guiándome por el camino del bien.

A mi familia especialmente a mis padres Amparo Ardila y Joselín Florian por ese apoyo incondicional , su comprensión, su amor, la enseñanza de amar la vida y luchar por mis sueños, sus valores y consejos por ser día a día una mejor persona.

Finalmente, a mis hermanos Benicia, Elkin y Danilo por ese apoyo y unión incondicional de hermanos, ser mis mejores amigos y mayores ejemplos a seguir, sus palabras de motivación frente a los obstáculos de la vida , los momentos de sonrisas y tristezas. Tanto ustedes como mis padres son mi fuente de lucha e inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica Nacional y a la línea Biodiversidad, Biotecnología y Conservación las cuales, me brindaron la oportunidad de formarme como docente contribuyendo en mi crecimiento tanto personal como profesional.

A la profesora Silvia Gómez Daza por su dedicación y tiempo en el proceso del trabajo de grado.

A los profesores del Colegio Cafam Pilar Martínez y Henry Guerrero por su apoyo, sus consejos, su comprensión, motivación, y por compartir sus experiencias y conocimientos sobre los cultivos in vitro sin recibir nada a cambio.

Al Colegio Cafam por permitirme realizar tanto las prácticas pedagógicas Como la aplicación del presente trabajo de grado.

A Camila Guevara gran amiga y compañera de lucha durante el transcurso de la carrera, por estar siempre en mis momentos difíciles, por su apoyo y consejos. Igualmente a cada uno de mis compañeros que de una u otra manera compartieron conmigo momentos inolvidables de sonrisas y tristezas, a ellos gracias por su apoyo.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Excelencia en la Formación</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 6

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diseño de una unidad didáctica sobre cultivo de tejidos vegetales <i>in vitro</i> que permita la enseñanza de conceptos relacionados con el desarrollo de las plantas para estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam.
Autor(es)	Florian Ardila, Anyi Katerin
Director	Gómez Daza Silvia Rosy
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional UPN
Palabras Claves	CULTIVO IN VITRO, DESARROLLO DE PLANTAS, UNIDAD DIDÁCTICA, CONCEPCIONES, ENSEÑANZA

1. Descripción
<p>En el presente trabajo de grado se diseñó una unidad didáctica sobre cultivos de tejidos vegetales <i>in vitro</i> para enseñar conceptos botánicos en estudiantes del grupo de biotecnología del colegio Cafam. Se obtuvo como producto final una Unidad Didáctica titulada “Cultivemos nuestro conocimiento” compuesta por tres módulos que contienen sus respectivos objetivos, temáticas y unas actividades que permiten el desarrollo de algunas habilidades cognitivas y procedimentales en los estudiantes.</p>

2. Fuentes
<p>Alemán Henao, A. (2016). Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) relacionado con el aprendizaje significativo referentes a plantas y cultivos hidropónicos dirigido a estudiantes de grado tercero de la I.E.D Miguel Antonio Caro (Barrio Quirigua). 1-109. Bogotá D.C. Obtenido de http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1770/TE-19794.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p> <p>Alvarado Capó, Y. (2000). Control y prevención de la contaminación microbiana en la propagación de plantas. <i>Revista CENIC Ciencias Biológicas</i>, 31(2), 87-91. Obtenido de https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB-2000-2-087-091.pdf</p> <p>Álvarez Valdivia , I. (2008). La coevaluación como alternativa para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes universitarios: valoración de una experiencia. <i>Revista</i></p>

- interuniversitaria de formación del profesorado*, 22(3), 127-140. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/274/27418813008.pdf>
- Angosto Sánchez, I. (2018). Análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y de las concepciones de los estudiantes del Máster universitario en formación del profesorado de ESSO y de bachillerato de la UCM. 1-273. Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/49387/1/T40291.pdf>
- Asociación de biotecnología vegetal agrícola (Agro-bio). (2016). Bio-Aventura. 1-84. Obtenido de <https://www.agrobio.org/wp-content/uploads/2016/04/Bio-Aventura.pdf>
- Azcón Bieto, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Edicions Universitat de Barcelona. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetalAzcon.pdf>
- Bidwell, R. (1993). *Fisiología vegetal*. México. D.F.: A.G.T. Editor, S.A.
- Buendía Eisman, L., Colás Bravo, P., & Hernández Pina, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. (C. Casado Lumbreras, Ed.) Aravaca, Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U.
- Calva Calva, G., & Pérez Vargas, J. (2005). Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. *Revista digital universitaria*, 6(11), 1-16. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/art104a.htm>
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 155-169. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486>
- Castro, K. (2014). La filotaxia vegetal como estrategia didáctica para el reconocimiento de organismos vegetales. Valle de tenza. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
- Charrier Melillán, M., Cañal, P., & Rodrigo Vega, M. (2006). Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3), 401-410. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/76035/96652>
- Colegio Cafam. (2014). PEI. Bogotá. D.C.
- Cuerda, J. (2011). *Atlas de botánica: El pulmón del planeta* (Primera ed.). Barcelona, España: Parramón Ediciones S.A. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/363916929/Cuerda-Josep-Atlas-de-Botanica-El-Pulmon-Del-Planeta>
- De posada, J., Del mar, M., & Torre, M. (s.f.). Ideas previas de los alumnos y construcción del conocimiento escolar sobre las ciencias experimentales. Obtenido de

<http://docente.ifrn.edu.br/geraldosilva/disciplinas/metodologia-do-ensino-de-quimica-i/Capitulo%2016%20-%20Ideias%20Previas.pdf>

Fernández Hernández, J. M., Guerrero Bell, M., & Fernández Guerrero, R. (2015). La ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras a fines al campo biológico.

Gagliardi, R. (1985). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 30-35.

García, A., & Rodríguez, Y. (2011). Aprendizajes que se generan sobre el crecimiento vegetal al implementar una unidad didáctica sobre plantas acuáticas (*Lemna minor*) con estudiantes de séptimo grado del I.E.D. República de México. Bogotá. D.C.

Guarnizo losada, M. A., Puentes Luna, L. O., & Amórtegui Cedeño, E. F. (2013). Aproximación a las concepciones acerca de diversidad vegetal en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. *Bio-grafía escitos sobre la biología y su enseñanza*, 537-546. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301821889_APROXIMACION_A_LAS_CONCEPCIONES_ACERCA_DE_DIVERSIDAD_VEGETAL_EN_ESTUDIANTES_DE_OCTAVO_GRADO_DE_LA_INSTITUCION_EDUCATIVA_EUGENIO_FERRO_FALLA_CAMPOALEGRE_HUILA

Guevara Hernández, C. J., & Ortiz Bolívar, K. V. (2016). Aprendizaje del proceso de nutrición en plantas a partir del diseño, implementación y análisis de una hipermedia educativa. 1-100. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10880/1/3467-0525576.pdf>

Gutiérrez, J. M., Aguirre, J. C., Larrauri, J., Rodríguez de la fuente, J., San Pedro, L., Santiago, J., & Zaballa, M. (1996). *Ideas previas y educación ambiental*. Obtenido de http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/iraunkortasuna_hezkuntza/en_interven/adjuntos/publicaciones/IDEAS_PREVIAS_EA.PDF

Jiménez Aleixandre, M. d., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., & De Pro, A. (2003). Enseñar ciencias. Barcelona, España: GRAO, de IRIF, S.L.

Jiménez Llorente, R. M. (2016). Los seres vivos, las plantas: propuesta para 5° de primaria. 2-58. Obtenido de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4286/JIMENEZ%20LLORENTE%20RAQUEL%20MONICA.pdf?sequence=1>

Llorente Cámara, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de psicodidáctica*(9). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/175/17500911.pdf>

Magdalena, A. A. (2016). Enseñanza del mundo vegetal en educación infantil. Propuesta didáctica: "Las plantas son seres vivos". 1-28. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18707/TFG-O%20793.pdf;jsessionid=5AE75B17C3535DB78ABEB05E773CAF8B?sequence=1>

- Martínez Rodríguez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Revista de la incorporación internacional para el desarrollo educativo*(8), 1-33. Obtenido de <http://www.cide.edu.co/doc/investigacion/3.%20metodos%20de%20investigacion.pdf>
- Martínez Rodríguez, K. V. (2011). Caracterización de las concepciones sobre biotecnología que poseen los estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. 1-83. Bogotá. D.C. Obtenido de Repositorio Universidad Pedagógica Nacional
- Melgarejo , L. M. (2010). *Experimentos en Fisiología Vegetal*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/8545/>
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales .
- Montoya Osorio, C. J. (2014). Propuesta de enseñanza para el aprendizaje del concepto de taxonomía biológica a través del proceso de indagación de la diversidad biológica de la flora en la Institución Educativa El Pedregal. 1-160. Medellín. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/48937/1/15516622.2015.pdf.pdf>
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: Un conjunto subyacente . Porto Alegre, Brasil.
- Nicolás, C., Menargués, A., Limaña, R., Rey, A., Rosa- Cintas, S., & Martínez, J. (2017). Análisis y detección de las concepciones espontáneas sobre reproducción en plantas para la mejora en la enseñanza en educación primaria. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, (págs. 1003-1008). Sevilla. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/73007/1/2017_Nicolas_etal_EnsCiencias.pdf
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, XV(1), 15-29. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pineda, D. (2012). Conceptos verbales acerca de la importancia de las plantas para el mantenimiento del suelo en estudiantes de grado 8° de la IED. Ignacio Pescador del municipio de Choachí. Propuesta curricular. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
- Roca, W., & Mroginski, L. (1991). Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. Cali, Colombia.
- Salas, M. (2010). El semillero como estrategia pedagógica para enseñar el ciclo de vida de una planta con flores a estudiantes de quinto grado (9-12 años). Bogotá.
- Sarmiento Tobón, A., Méndez Mendoza, J., Useche Escobar, S., Martínez Moreno, P., & Guerrero Ramírez, H. A. (2012). El área de Ciencias de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá, D.C., Colombia. Obtenido de Semillero de Biotecnología- Colegio Cafam

- Tunjano, C. (1996). Obtención de plántulas a partir de explantes de tallo y hoja de *Chrysanthemum morifolium* var. Polaris, Polaris- yellow y Firebrand. . Bogotá. D.C. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional
- Urones , C., Escobar, B., & Vacas, J. M. (2013). Las plantas en los libros de conocimiento del medio de 2° ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(3), 329-352. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92028240003.pdf>
- Vargas Herrera, E. A., Tello Hernández, M. A., Rivera Cisneros, Y., & George Reyes, C. (s.f.). Catálogo de rúbricas para la evaluación dl aprendizaje. 1-43. Obtenido de http://evirtual.uaslp.mx/FCQ/estrategias/Material%20de%20Apoyo/cat_rubrica.pdf
- Velásquez Burgos, B., Remolina de Cleves, N., & Calle Márquez, M. G. (2013). Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios . *Revista de investigaciones UNAD*, 12(2), 23-41.
- Villalba Cuéllar , J. C., & González Serrano, A. (Edits.). (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*, 20(39), 9-10. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-182X2017000100001
- Zamora Roig, J., & Araya Ramírez, J. (1 de Julio de 2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación. *Ciencias de la información*, 3(2), 1-22.

3. Contenidos

El trabajo de grado comienza con la introducción en donde se describe el proceso de cómo se realizó la presente investigación, luego se presenta el problema enfatizando en las dificultades que hay acerca de la enseñanza de las plantas en la escuela, a partir de ello, se plantean los objetivos. Posteriormente se mencionan los antecedentes categorizados a partir de las estrategias didácticas sobre la enseñanza de las plantas, las concepciones de los estudiantes sobre las plantas y fisiología vegetal. Luego se presenta la metodología que permitió alcanzar los objetivos y seguidamente el marco teórico que dieron las bases para la investigación. Por último se muestran los resultados, sus análisis, las conclusiones, las recomendaciones y bibliografía. Cabe decir, que también se incluyen los anexos la cual se presenta la unidad didáctica diseñada.

4. Metodología

El trabajo se desarrolló a partir del paradigma epistemológico hermenéutico interpretativo, donde se busca evidenciar las problemáticas del contexto centrándonos en los sujetos; además se utilizó el enfoque metodológico cualitativo. Para el desarrollo del presente trabajo se tuvo en cuenta tres fases: Fase I. Contextualización: la cual estuvo constituida por la revisión documental del PEI del colegio, los Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales del Ministerio de Educación de los grados de 7 a 9 y la fundamentación del semillero; así como artículos, libros, trabajos de grados y maestrías que tratan sobre el tema abordado. Fase II. Diseño de la Unidad Didáctica: la cual contiene dos apartados, uno dirigido al docente donde se encuentra: el título, presentación, enfoque pedagógico, esquema del proceso de aprendizaje,

objetivo de la unidad didáctica, programación específica, esquema general de contenidos y bibliografía. Y el segundo apartado es para el estudiante encontrando: el título, la actividad de exploración, objetivos, contenidos, actividades de estructuración y aplicación, formato de evaluación del módulo y referentes bibliográficos.

Fase III. Evaluación y validación: Donde se evaluó el módulo 2 con algunos estudiantes del grupo de biotecnología; posteriormente la validación del módulo se realizó con los mismos estudiantes del grupo y con 3 docentes del área de biología con conocimientos en botánica y didáctica. Finalmente los ajustes se hicieron según las recomendaciones obtenidas para el mejoramiento de la estrategia.

5. Conclusiones

Se diseñó la Unidad Didáctica “Cultivemos nuestro conocimiento” para facilitar la enseñanza y aprendizaje de algunos conceptos botánicos por medio de los cultivos de tejidos vegetales *in vitro*.

La Unidad Didáctica podría desarrollar habilidades tanto cognitivas como procedimentales con las actividades de exploración, estructuración y aplicación diseñadas

Después de implementar y evaluar las actividades de exploración, estructuración y aplicación del módulo 2 de la Unidad Didáctica con los estudiantes del semillero de biotecnología se pudo evidenciar interés, motivación, y ampliación de las concepciones sobre generalidades de cultivo *in vitro* y normas de trabajo en el laboratorio por parte de ellos. Además, hay interrelación entre lo que saben y la manera de actuar en el laboratorio lo cual podría ir mejorando cuando se implementen los demás módulos.

La validación del módulo 2 por parte de los estudiantes obtuvo un puntaje excelente (5) en las categorías aprendizaje de conceptos y actividades para mejorar el aprendizaje, y 4 en la subcategoría de la organización de las actividades. De manera general se puede decir que ella fue del agrado de los estudiantes porque en sus observaciones manifestaron que ampliaron sus conocimientos sobre las plantas respecto al concepto de fitohormonas, además fue una experiencia enriquecedora ya que algunos no habían llegado a cultivar y tampoco habían tenido la oportunidad de entrar al laboratorio de siembra.

La evaluación por parte de los estudiantes muestran que en los criterios obtenidos de la autoevaluación ellos se encuentran entre un nivel bueno y regular; mientras que en la coevaluación se encuentran en niveles entre alto y medio. Además reconocen que desarrollaron habilidades cognitivas y procedimentales. Este tipo de evaluación ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje para el estudiante en el reconocimiento de dificultades que presenta tanto individual como grupal.

Los resultados obtenidos de la validación por parte de los docentes de biología se encuentran en un rango entre 4 y 5, de acuerdo a los aspectos a nivel conceptual, funcional, actividades, evaluativos y estéticos propuestos en el formato de evaluación; donde resaltan que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto, destacándose su pertinencia, actualidad en la información y secuencia de las temáticas, los elementos propios que contextualizan el trabajo, siendo esto un acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica.

En el proceso de enseñanza llevado a cabo a través de la unidad didáctica, se reconoce que es importante como futura licenciada involucrar este tipo de recurso como una estrategia pedagógica y didáctica que permita la enseñanza de temas en el campo de la biología con respecto a la biotecnología. Por lo tanto, se considera fundamental establecer sistematización para la elaboración

de contenidos y actividades que impulsen el aprendizaje de biotecnológico, y que fomenten el desarrollo de otras habilidades cognitivas en los estudiantes.

Elaborado por:	Florian Ardila Anyi Katerin
Revisado por:	Gómez Daza Silvia Rosy

Fecha de elaboración del Resumen:	02	09	2019
--	----	----	------

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1: Factores biológicos.....	37
Esquema 2: Factores Ambientales.....	37
Esquema 3: Factores químicos.....	38
Esquema 4: Factores químicos – Fitohormonas.....	38
Esquema 5: Fases del proyecto.....	42
Esquema 6: Temática principal y los módulos que lo conforman.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respuesta pregunta 2.....	57
Gráfico 2: Respuesta pregunta 3.....	58
Gráfico 3: Respuesta pregunta 4.....	59
Gráfico 4: Respuesta pregunta 5.....	59
Gráfico 5: Aprendizaje de conceptos.....	62
Gráfico 6: Actividades para mejorar el aprendizaje.....	63
Gráfico 7: Validación de la UD. Contenido.....	64
Gráfico 8: Validación UD. Aspectos funcionales.....	65
Gráfico 9: Validación UD. Actividades.....	65
Gráfico 10: Validación UD. Evaluación.....	66
Gráfico 11: Validación UD. Aspectos estéticos.....	67

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Actividad de estructuración.....	54
Imagen 2: Actividad de estructuración.....	54
Imagen 3: Contaminación bacteria.....	56
Imagen 4; Contaminación Hongo.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas utilizadas en cultivo in vitro.....	39
Tabla 2: Relación entre Estándares básicos en competencias, propósitos semillero y UD...46	46
Tabla 3: Evaluación mapas mentales.....	49
Tabla 4: Respuestas de validación estudiantes.....	61

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo diseñar una Unidad Didáctica como estrategia educativa que pudiera permitir la enseñanza de algunos conceptos relacionados al crecimiento y desarrollo en plantas a partir del cultivo *in vitro*; presentando además la importancia de la técnica y la interacción entre diversos factores (biológicos, ambientales y químicos).

Ella fue diseñada para los estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam donde su enfoque pedagógico se basa en el desarrollo del aprendizaje autónomo. Por lo anterior, se trabajó con el aprendizaje significativo el cual favorece relacionar una nueva información o un nuevo conocimiento con conocimientos ya existentes del sujeto, construidos a partir de su relación familiar, cultural, social y educativa. En la presente investigación se realizó una contextualización para seleccionar los contenidos a trabajar y plantear actividades que favorecieran el desarrollo de algunas habilidades cognitivas (análisis y síntesis) y procedimentales; y de esta manera diseñar la Unidad Didáctica.

La Unidad Didáctica cuenta con dos apartados: el primero dirigido al docente donde se haya el enfoque pedagógico, habilidades a desarrollar por parte del estudiante, esquema del proceso de aprendizaje, objetivos de cada módulo con su respectiva programación y los contenidos a trabajar en manera de esquema. El segundo apartado es para el estudiante el cual contiene: objetivos, marco teórico, actividades organizadas en niveles (exploración, estructuración y aplicación) y evaluación. La unidad contiene tres módulos: 1. Generalidades de cultivo *in vitro*; 2. Comprendamos los factores que inciden en el crecimiento *in vitro* y 3. Reproduciendo nuestras plantas. El módulo 2 fue aplicado a estudiantes pertenecientes al grupo de biotecnología del Colegio Cafam y toda la Unidad Didáctica fue validada por profesores del área de biología y los estudiantes que tuvieron inmersión en ella.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las plantas se han caracterizado por ser seres inmóviles, fotosintéticos, pluricelulares, que no poseen un sistema nervioso pero cuentan con medios bioquímicos de comunicación entre sus partes, y necesitan minerales del suelo. Además, presentan diferentes mecanismos (defensa, respuesta y reproducción sexual - asexual) que permiten su crecimiento y desarrollo (Bidwell, 1993). A pesar de ello, como lo mencionan Azcón y Talón (2000) en su *libro fisiología* las plantas generalmente son consideradas como piezas decorativas de un jardín o de un paisaje, sin embargo deberían conocerse y valorarse por su contribución única al desarrollo de la vida en la tierra al ser el soporte primordial de la cadena trófica de los ambientes continentales y probablemente marinos debido a que producen el oxígeno necesario para todo ser vivo y son alimento que proporciona energía, fibra y vitaminas. Además brindan hospedaje a otros seres, mantienen el suelo, regulan la humedad, contribuyen a la estabilidad del clima, etc.

Los estándares básicos en competencias de Ciencias Naturales (MEN, 2004) que son unas directrices para la educación en Colombia, en la básica primaria el tema de plantas lo orientan a partir de la identificación y descripción de la flora y fauna, agua y suelo del entorno, tipos de movimiento en seres vivos, la importancia de la célula y la clasificación de seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos...), y en la secundaria lo encaminan hacia la célula y sus funciones básicas, clasificación de organismos en grupos taxonómicos según las características celulares, sistemas de defensa - ataque de animales y plantas desde su aspecto tanto morfológico como fisiológico y la importancia de la fotosíntesis como proceso de conversión de energía (MEN, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior y al problematizar acerca de la enseñanza de las plantas se evidencian dificultades como lo mencionan Pineda (2012) *“el desconocimiento sobre las plantas con respecto a los currículos conlleva a que haya dificultades y poca importancia acerca del tema, lo que impide conocer acerca de ellas”* (p.11) y García y Rodríguez (2011) *“en algunos casos el maestro no tiene conocimiento o claridad de algunos conceptos botánicos, que no están integrados en los lineamientos curriculares para Colombia o porque*

le parece de difícil comprensión para los estudiantes” (p. 12) lo que conlleva a limitaciones durante la enseñanza de este tema tan importante.

Además, existen otras limitaciones como mencionan Osborne y Freyberg, 1991; y Tunnicliffe, 2001 (citado en Urones, Escobar y Vacas, 2013) *“los estudiantes de diferentes culturas no consideran a las plantas como seres vivos ya que no presentan de manera externa movimiento”* (p.331) esto es un error conceptual que dificulta en el momento del aprendizaje hacer relaciones con los otros seres vivos. Por lo anterior es importante conocer las ideas previas que presentan los estudiantes para así poder trabajar sobre estas. Investigaciones como las de Charrier y Cañal (2006) muestran que *“errores conceptuales se van profundizando a medida que los estudiantes van progresando en sus años escolares y algunos estudiantes crean que las plantas no tienen la posibilidad de respirar”* (p.403- 407) o en algunos casos como lo menciona la investigación de García y Rodríguez (2011) *“ hay deficiencia del conocimiento sobre la botánica, los estudiantes participantes no conocían las plantas acuáticas lo que evidencia el déficit en el conocimiento de la diversidad”*, lo conduce a la necesidad de trabajar este tema en la escuela.

Al realizar una revisión documental de los recursos educativos para la enseñanza y aprendizaje de las plantas se identifica que existen pocos trabajos que abordan el tema, de los cuales, la información de conceptos botánicos es muy general centrándose en temáticas como: la germinación, partes de la célula y planta con sus respectivas funciones, reproducción, la fotosíntesis o en algunos casos los usos y generalidades de algunas plantas. Estos temas son tratados a través de semilleros (Salas, 2010), construcción de herbarios virtuales (Pachón, 2011), objetos virtuales de aprendizaje (Alemán, 2016) y Unidades Didácticas (Magdalena, 2016). En cada una de las estrategias se evidencian las dificultades que presentan los estudiantes y en algunos casos los mismos profesores referentes al conocimiento de las plantas.

La mayoría de los recursos educativos van enfocados hacia la educación primaria abordando el tema superficialmente y pocos a la secundaria, descartándose varios conceptos botánicos. Como menciona Magdalena (2016) *“Es muy importante que los niños adquieran*

conocimientos sobre la naturaleza dado que ésta aporta multitud de beneficios para la salud. El contacto con la naturaleza puede ser mayor o menor, y cuando sea mayor sea, más beneficios tendrán las personas dado que la naturaleza es muy importante para el bienestar integral” (p.04), por lo anterior, se propone un material educativo que fortalezca la profundización de conceptos sobre la importancia de las plantas teniendo en cuenta los conocimientos que presentan los estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam. A partir de lo anterior, surge la siguiente pregunta problema:

¿De qué manera una unidad didáctica sobre cultivo de tejidos vegetales *in vitro* favorece la enseñanza de conceptos relacionados con el desarrollo de las plantas en los estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam?

2. OBJETIVOS

2.1. General:

- Diseñar una Unidad Didáctica sobre cultivo de tejidos vegetales *in vitro* que permita la enseñanza de conceptos relacionados con el desarrollo de las plantas en los estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam

2.2. Específicos:

- Identificar los elementos estructurantes conceptuales y metodológicos necesarios para la enseñanza del desarrollo de las plantas en el material educativo.
- Elaborar actividades sobre cultivos de tejidos vegetales *in vitro* que permitan el desarrollo de habilidades cognitivas y procedimentales.
- Validar la Unidad Didáctica con estudiantes del grupo de biotecnología y profesores del área de biología para mostrar la viabilidad de ella.

3. JUSTIFICACIÓN

Los semilleros de investigación en la escuela son un espacio que le brinda al docente la enseñanza y al estudiante el aprendizaje de diversos temas, priorizando la creatividad y la innovación para el desarrollo de nuevos esquemas mentales y métodos de aprendizaje. Además, a través del debate y el diálogo con el profesor, el estudiante aprende a aprender, aprende a investigar y descubre o desarrolla el conocimiento, por lo que, los semilleros facilitan el trabajo independiente y en equipo, crean nuevas estrategias de investigación, experimentan procesos investigativos y de aprendizaje, enriquecen el proceso de enseñanza e investigación, socializan los productos de investigación y fortalecen los espacios académicos. (Villalba y González, 2017)

Según Sarmiento et al. (2012), el semillero de biotecnología del colegio Cafam fue creado en 1992, por los profesores Ana Leonor Vivas y Henry Alberto Guerrero con los siguientes propósitos:

Trabajar la relación de las Ciencias Naturales desde lo interdisciplinario, despertar la curiosidad, interés y valor por las especies vegetales en los estudiantes, encauzar la actividad científica, disciplina en el trabajo en el laboratorio, sensibilizar para promover el respeto por la naturaleza, contribuir al mejoramiento de los resultados de las pruebas ICFES, ayudar en la proyección de la vida profesional de los estudiantes interesados por la biotecnología y fomentar la formación integral. (p.5).

Este semillero surge a partir del proyecto: “Incorporación de la Biotecnología en el currículo de educación básica y media” sugerido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) al Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN) para realizarlo en tres colegios: Cafam, Instituto pedagógico Arturo Ramírez Montufar e Instituto Pedagógico Nacional (Sarmiento et al., 2012).

Desde ese año han venido trabajando con los cultivos *in vitro* con distintas especies vegetales con niños y niñas de distintos grados (sexto a once) que asisten voluntariamente. En el semillero se implementan actividades que se ajustan al tiempo programado (1h 30 minutos), pero deben ser aplicadas según las necesidades del grupo; por lo anterior, se diseñó una Unidad Didáctica que pueda contribuir en la enseñanza de algunos conceptos (totipotencia, fitohormonas, embriogénesis y organogénesis) sobre el desarrollo en plantas por medio de los cultivos *in vitro*. Aportando a que el estudiante sea un ser crítico, curioso, reflexivo e interpretativo frente a los sucesos biológicos de las plantas y el desarrollo de habilidades cognitivas y procedimentales a través de las actividades planteadas; así como también el compañerismo entre ellos y el valor hacia las plantas.

El trabajo del semillero va acorde a los Estándares Básicos en Competencias los cuales sugieren que se trabaje sobre los procesos físicos y químicos que se llevan a cabo en las plantas, permitiéndoles así, resolver dudas e inquietudes para mejorar sus concepciones, como dice Pineda (2012) es importante “*fortalecer aspectos relacionados con las falencias que se presentan*” (p.12) y de esta manera mejorar su aprendizaje. Siguiendo las recomendaciones de Cabello, 2011 (citado en Magdalena, 2016) “*Debemos presentarles actividades que les resulten atractivas, motivadoras e interesantes y a las que encuentren significado*” (p.4), la presente unidad didáctica contiene laboratorios y actividades lúdicas para una mejor comprensión, motivación y participación por parte de los estudiantes.

4. ANTECEDENTES

A continuación se presentan investigaciones a nivel internacional, nacional y local sobre estrategias pedagógicas desarrolladas para la enseñanza y aprendizaje respecto a las plantas, las concepciones que tienen los estudiantes sobre ellas y fisiología vegetal; aportando de esta manera a la construcción de esta propuesta en lo conceptual y lo metodológico.

Estrategias pedagógicas para la enseñanza de las plantas.

En los últimos años, se ha venido trabajando en distintas estrategias pedagógicas como OVA, semilleros, Unidades Didácticas, huertas, etc.; que han permitido la enseñanza de las plantas de forma más didáctica mejorando su comprensión, entre ellas encontramos:

Internacionales:

Magdalena (2016) en su trabajo de grado *“Enseñanza del mundo vegetal en educación infantil. Propuesta Didáctica: las plantas son seres vivos”* de la Universidad de Valladolid - España; tiene como propósito el diseño de una propuesta didáctica de enseñanza/aprendizaje sobre contenidos de la Ciencias de la Naturaleza para tratar las plantas en el segundo ciclo de Educación Infantil (4 a 5 años), de una forma lúdica y enriquecedora para los niños y niñas mejorando la motivación y curiosidad sobre el tema, utilizando un aprendizaje por descubrimiento, reflejado en su metodología a partir de diez actividades que permitieron el desarrollo de temas como lo son: el proceso de nutrición, fotosíntesis, respiración, transpiración y germinación. Cada tema contiene un marco conceptual, sus respectivas actividades lúdicas, objetivo, procedimiento y resultados. Entre las conclusiones más relevantes que el autor presenta son: es importante que los niños vayan identificando conceptos para su vida y reconozcan las plantas como seres vivos aunque no muestran el movimiento en su condición vital, los alumnos adquirieron nuevos conocimientos acerca de los procesos fisiológicos que llevan a cabo las plantas en su ciclo vital y cómo esos procesos se relacionan con el medio en el que habitan. Además menciona que la poca presencia de zonas verdes dificulta la comprensión y relación que hacen los estudiantes entre la naturaleza y el medio ambiente.

Jiménez (2016) en su trabajo de grado *“Los seres vivos, las plantas: propuesta para 5° de primaria”* de la Universidad Internacional de la Rioja, tuvo como objetivo realizar una unidad didáctica para que los alumnos de 5° de primaria conocieran las plantas a través de diferentes actividades mediante aprendizajes activos y motivadores a partir de la enseñanza activa y participativa, y el aprendizaje cooperativo; facilitando al niño una comprensión del tema. El autor trabaja las competencias: lingüística, ciencia y tecnología, aprender a aprender, competencia digital, competencias sociales y cívicas, sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, conciencia y expresiones culturales; permitiéndole al maestro de esta manera plantear unos contenidos. Se trabajaron temas como: la célula vegetal, las partes de la planta y sus funciones, la nutrición, reacción a estímulos, reproducción sexual y asexual, partes de una flor, formación de la semilla y fruto, las plantas las personas y el medio. Cada tema contiene sus respectivas actividades con sus objetivos, resultados y la manera de evaluar a través de estrategias como la observación de los procesos del aula, realización de las tareas, pruebas orales y escritas, seguimiento y valoración del trabajo en el portafolio. Las conclusiones que presenta son: al implementar la unidad didáctica los estudiantes pudieron llegar a valorar la naturaleza y lograr la importancia que tienen las plantas, con las actividades prácticas se fomenta la enseñanza activa y participativa, se puede desarrollar el método científico y el pensamiento crítico permitiéndoles además, aumentar su motivación y desarrollar habilidades y destrezas. También se desarrolla el sentido de pertenencia hacia el conocimiento y valoración de las plantas como la responsabilidad al seguimiento y cuidado de estas.

Nacionales:

Montoya (2014) en su trabajo de maestría *“Propuesta de enseñanza para el aprendizaje del concepto de taxonomía biológica a través del proceso de indagación de la diversidad biológica de la flora en la Institución Educativa el Pedregal”* presenta como objetivo realizar una propuesta de enseñanza de la taxonomía biológica a partir del proceso de indagación de la diversidad biológica entre dos parcelas aledañas a la Institución Educativa el Pedregal., esto desarrollado en cuatro momentos diferentes: el primero, fue la confrontación de los conocimientos previos, realizado a partir de una prueba diagnóstica de los saberes previos en los estudiantes en la que se incluía conceptos como las partes de la

planta y sus funciones, grupos de plantas, fotosíntesis, importancia de la flora, polinización, dispersión y diversidad biológica. El segundo, fue la realización de guías y trabajo de campo en la que el docente se pueda guiar sobre la flora presente en las parcelas las condiciones ambientales generales y un inventario fotográfico con medidas del diámetro basal de las plantas y para luego esos datos ser organizados en Excel. El tercero, fue la sistematización de la diversidad biológica y de último la realización de la evaluación final del proceso de investigación con base en las guías de campo. Entre las conclusiones relevantes de este estudio se encuentran: el modelo de indagación hace que el estudiante se acerque al conocimiento permitiéndole una interacción con el método científico a partir de la resolución de un problema generando motivación hacia las clases y expectativas frente al proceso que se esté realizando, de igual forma el diseño de la estrategia logra articular los saberes, contenidos y estándares, permitiendo así la orientación de forma adecuada y sistemática del proceso de enseñanza a medida que los estudiantes profundizan en los conceptos de taxonomía biológica; así como también acercar a los estudiantes a la importancia de la flora y fauna que se encuentra a su alrededor.

Locales:

Alemán (2016) en su trabajo de grado *“Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) relacionado con el aprendizaje significativo referente a plantas y cultivos hidropónicos dirigido a estudiantes de grado tercero de la I.E.D. Miguel Antonio Caro (barrio Quirigua localidad de Engativá)”* tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar un objeto virtual de aprendizaje sobre plantas y cultivos hidropónicos para propiciar el aprendizaje significativo de contenidos biológicos específicos en estudiantes de tercero de primaria de la I.E.D. Miguel Antonio Caro, utilizando como enfoque investigativo mixto, para la identificación de preconcepciones y la valoración evaluativa de los conceptos adquiridos. Para lograr el objetivo el trabajo fue dividido en tres fases: la primera, abarca las dinámicas de la población, el contexto pedagógico y la ruta pedagógica para guiar el proceso del desarrollo del aprendizaje significativo en niños entre 7 y 8 años de edad, la segunda, diseña el software incluyendo las temáticas de crecimiento, desarrollo, clasificación, nutrición, y sus partes y en la última fase se implementa. Obteniendo como resultado general que algunos niños presentan dificultades en los conceptos sobre plantas como lo indica la encuesta

realizada al inicio del trabajo sobre la identificación de preconceptos y al final para la evaluación de los adquiridos en el transcurso de la implementación de la OVA, en donde cada uno de los niños respondía la pregunta según lo aprendido. Entre las conclusiones relevantes la autora comenta que: el OVA permite que los estudiantes obtengan un proceso de aprendizaje significativo con relación a las actividades planteadas por este medio ya que mientras jugaban iban aprendiendo sobre el tema; además estimula los conocimientos de los estudiantes logrando que incorporen el concepto de cultivos hidropónicos y plantas en la huerta escolar del cual vienen trabajando. Por último, concluye que el uso de las tecnologías de la comunicación e información permite la realización de distintas actividades con programas que favorezcan el aprendizaje en la cual se pueda crear contenidos para una mejor comprensión de temas por medio de imágenes, lecturas, audios, videos y actividades que den a conocer otras estrategias para la enseñanza del tema.

Salas (2010) en su trabajo de grado *“El semillero como estrategia pedagógica para enseñar el ciclo de vida de una planta con flores a estudiantes de quinto grado (9- 12 años)”*, plantea como propósito que a partir de la construcción de un semillero se puede diseñar una estrategia pedagógica para enseñar el ciclo de vida de una planta con flores a estudiantes entre los 9 y 12 años, ya que el proyecto pretende ser un aporte para los profesores de ciencias naturales de básica primaria con el objetivo que sus estudiantes amplíen su universo de experiencias, que aprendan a observar, analizar e interpretar el comportamiento de las plantas. La metodología del semillero comprendió tres fases: la planeación fue la primera, donde los estudiantes aprendieron las técnicas de recolección de datos, el manejo de instrumentos de medición, y realización de tablas de porcentajes y gráficas; la segunda fase, comprendía la realización del pre-test que buscaba conocer los conocimientos previos del estudiante acerca de las partes de las plantas con sus respectivas funciones como raíz, tallo, hoja y flores, además la autora tuvo en cuenta el tema sobre las plantas superiores o vasculares y la tercera fase, fue la realización del pos -test en la cual se indagó sobre los conceptos que había adquirido durante el semillero. Entre las conclusiones relevantes se tiene: el semillero permitió que los estudiantes tuvieran la posibilidad de intercambiar ideas, dialogar sobre sus conocimientos y creencias acerca del desarrollo de las semillas, las características que conforman las diferentes semillas y obtengan nuevos conocimientos sobre el proceso de

germinación. Además permitió conocer las habilidades relacionadas al dibujo y el trabajo artístico.

Concepciones de los estudiantes sobre las plantas

Las concepciones son las ideas previas que presentan los estudiantes frente a un tema y las van construyendo o adquiriendo a partir de la relación con su entorno.

Internacionales:

Nicolás, Menargues, Limiñana, Rey, Cintas, Martínez, y Nicolás (2017) en su trabajo investigativo *“Análisis y detección de las concepciones espontáneas sobre reproducción en plantas para la mejora de la enseñanza en educación primaria”* de la Universidad de Alicante - Sevilla, España., tuvo como objetivo conocer las concepciones alternativas que presentan los alumnos de tercer curso de educación primaria sobre la reproducción de las plantas. Para lograr los objetivos, primero escogieron la muestra de estudio en un colegio concertado de Elche (Alicante), posteriormente diseñaron los instrumentos de campo como: cuestionario (de ocho preguntas entre cerradas y abiertas) y entrevistas para detectar las ideas previas de 52 estudiantes. Entre las conclusiones se encuentran: la visión reducida que tienen los niños con respecto a la reproducción en plantas pues la relacionan con la del ser humano, pensando que cuando se habla de reproducción es sólo coito, embarazo y parto, impidiéndoles afirmar que las plantas pueden reproducirse; es decir que para ellos no se reproducen sino que estas nacen a partir de la plantación de una semilla. Además, encontraron que los estudiantes piensan que las funciones que cumplen las flores en las plantas son ornamental y de alimento a animales como los pájaros y los insectos; también presentan dificultad en la comprensión del concepto polen pues sólo lo relacionan para producir miel y alimentar a las abejas.

Charrier, Cañal y Rodrigo (2006) en su artículo *“Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas”*, Revista de investigación y experiencias didácticas, presentan una revisión bibliográfica de trabajos investigativos

publicados en revistas especializadas en la enseñanza de las ciencias y en la biología, trabajos socializados en congresos y encuentros desde los años 80s sobre las concepciones alternativas de los estudiantes referente a la fotosíntesis y la respiración, de igual forma, la revisión incluye propuestas metodológicas para una mejor enseñanza y aprendizaje de estos dos conceptos.

Para conocer las concepciones de los estudiantes se encontró que se utilizan los cuestionarios, test de selección múltiple, test de lápiz y papel, mapas conceptuales, resolución de problemas, experimentos históricos, entrevistas y estudios de caso (instrumentos diversos) y con respecto a las propuestas didácticas se utilizan dibujos animados, modelos anatómicos, planteamientos de problemas y ejercicios interactivos para la enseñanza de la respiración celular, mientras que para el concepto de fotosíntesis los trabajos prácticos.

Los autores llegaron a las siguientes consideraciones: es importante conocer sobre las concepciones alternativas de los estudiantes debido a que permiten identificar las dificultades que presentan a la hora de la construcción de los conceptos fotosíntesis y respiración los cuales son complejos de enseñar y aprender; la revisión documental indica que los errores conceptuales se van profundizando a medida que los estudiantes van progresando en sus años escolares y los libros de texto siempre utilizan el modelo de respiración animal, lo que conlleva, a que algunos estudiantes creen que las plantas no tienen la posibilidad de respirar.

Nacionales:

Guarnizo, Puentes y Amórtegui (2013), en su artículo *“Aproximación a las concepciones acerca de diversidad vegetal en estudiantes de octavo grado de la institución educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila”* los autores realizaron una investigación para identificar las aproximaciones que tienen los estudiantes de octavo grado (entre los 13 y 16 años) sobre el concepto de diversidad vegetal. La metodología utilizada fue desde un enfoque cualitativo, empleando como herramienta de recolección de la información el cuestionario y como método de análisis de contenido la categorización por tendencia acerca del concepto de diversidad. Se obtuvieron tres tendencias: la primera, relaciona el concepto con la presencia de árboles, la riqueza de la diversidad de plantas presentes, y el medio ambiente;

la segunda, relaciona el concepto con lugares o espacios en donde hay presencia de plantas, así sólo haya una; y la última, el estudiante relaciona el concepto de diversidad con las características del desarrollo de la planta, como el crecimiento y la reproducción. Los autores plantean dos conclusiones: la primera, el cuestionario es un instrumento de indagación que permite evidenciar una aproximación de las concepciones que tienen los estudiantes referente al concepto de diversidad vegetal y las relaciones con sus actividades diarias y su entorno cotidiano; y la segunda, hace referencia a las tres tendencias identificadas sobre la manera de cómo los estudiantes ven la diversidad.

Guevara y Ortiz (2016) en su trabajo de grado *“Aprendizaje del proceso de nutrición en plantas a partir del diseño, implementación y análisis de una hipermedia educativa”* realizan una hipermedia educativa con el fin de mejorar las concepciones de los estudiantes de 5 de primaria sobre la nutrición en plantas, enfocado desde un método investigativo mixto. Este estaba compuesto de tres fases: la primera, la indagación realizado por medio de dos encuestas con el propósito de identificar el uso de las Tecnología de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias naturales y las concepciones existentes del concepto de nutrición en plantas; la segunda, la construcción de la hipermedia y la implementación en varias sesión de clases (qué son las plantas, partes de las plantas, clasificación, reproducción y nutrición), y la última, los resultados de la aplicación de la hipermedia educativa incluyendo las dos encuestas finales sobre los conocimientos adquiridos sobre el uso de las TIC y nutrición en plantas. Lo que se obtiene como resultados relevantes fue que el 61% de los estudiantes indican que el uso de las TICs en el desarrollo de las clases genera motivación, participación e interés pero para un 8% no genera ningún impacto. Además, un 87% de los estudiantes tienen claro que las plantas se alimentan, respiran, se reproducen y reconocen que no tienen movimiento, pero un 13% no lo asocian de esa manera, lo que los conduce a ver las plantas como un ser sujeto al suelo. De lo anterior, surgen algunas conclusiones como: el diseño e implementación de la hipermedia educativa sobre nutrición en plantas aporta de manera significativa en la incorporación de metodologías que ayuden para que las clases sean más activas y amena logrando que el estudiante sea participativo en el desarrollo de estas, mejorando los conocimientos de los estudiantes transformando la forma de enseñanza que conlleva a una mejoría en el aprendizaje; además,

se estimula el interés ante procesos que anteriormente quedaban muy superficial para el estudiante despertando así la parte investigativa.

Locales:

García y Rodríguez (2011) en su trabajo de grado “*Aprendizajes que se generan sobre el crecimiento vegetal al implementar una unidad didáctica sobre plantas acuáticas (Lemna minor) con estudiantes de séptimo grado del I.E.D. República de México*”; presentan como objetivo generar aprendizajes frente al crecimiento vegetal a través de la implementación de una propuesta de Unidad Didáctica (UD) sobre plantas acuáticas (*Lemna minor*), para ello se realizó una metodología con cuatro fases: la primera, revisión bibliográfica y elaboración del pre-test de una prueba escrita en donde se indaga los conocimientos de los estudiantes; la segunda, diseño de la unidad didáctica, realizado a partir de la sistematización y análisis de los resultados de la fase anterior; la tercera, la implementación de la unidad didáctica sobre plantas acuáticas y la cuarta, consistió en la obtención de resultados y discusión, en donde abordaron la sistematización de los resultados obtenidos del pre-test a partir de categorías desde un punto de vista cognitivo enfatizado por medio de temas como célula, plantas acuáticas y crecimiento vegetal. Esta investigación utilizó una variable dependiente que fue el aprendizaje de los estudiantes sobre el crecimiento vegetal y una variable independiente que estuvo relacionada con la implementación de la Unidad Didáctica sobre plantas acuáticas. Las conclusiones de las autoras fueron: en la población muestreada (grado séptimo) hay deficiencia del conocimiento sobre la botánica, los estudiantes participantes no conocían las plantas acuáticas lo que evidencia el déficit en el conocimiento de la diversidad biológica, es importante que los docentes realicen prácticas de laboratorio y resolución de problemas cotidianos con los estudiantes ya que permite asociar los conocimientos previos con los nuevos y la unidad didáctica favoreció un acercamiento a las ciencia como un proceso de confrontación y experimentación para dar una explicación a lo vivo logrando la motivación en los estudiantes frente a un organismo.

Fisiología Vegetal

La fisiología vegetal es la ciencia biológica que estudia el funcionamiento de las plantas y es presentada en libros, trabajos de grado, unidades didácticas para su enseñanza y aprendizaje.

Internacionales:

Angosto (2017) en su tesis doctoral *“Didáctica de la nutrición vegetal. Análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y de las concepciones de los estudiantes del máster universitario en formación del profesorado de ESO y bachillerato de la UCM”*, plantea tres objetivos de investigación: a) analizar la propuesta didáctica de los cinco manuales de fisiología vegetal más relevantes y utilizados en formación del profesorado; b) describir y analizar las concepciones de los alumnos del máster Universitario en formación y c) evidenciar las dificultades, las confusiones, los obstáculos y los conceptos de construcción relacionados con la enseñanza y el aprendizaje del concepto fotosíntesis. Para alcanzar los objetivos la autora realizó cinco fases: primero, contextualización y planteamiento del problema de investigación; segundo, el diseño del estudio centrado en recopilar y describir las concepciones por medio de un cuestionario acerca de la nutrición vegetal; tercero, el análisis de los manuales universitarios más relevantes; el cuarto, estudio de los conocimientos sobre la nutrición vegetal y la fotosíntesis que tienen los futuros profesores de biología y geología de secundaria, y quinto la descripción del cuestionario realizado a partir de catorce preguntas cerradas y de verdadero o falso. De esta investigación se obtienen como resultados: un análisis de los cinco manuales más utilizados por los docentes para enseñar fisiología vegetal, conocimiento de las concepciones de los estudiantes con respecto a la fotosíntesis y respiración, de los cuales se presentan errores conceptuales por lo que los catalogan como dos procesos en donde uno paraliza al otro, además que la fotosíntesis la ven como un tipo de respiración propio de las plantas. Otro error encontrado fue que los estudiantes creen que los seres autótrofos no necesitan nutrientes orgánicos para su crecimiento y desarrollo. Entre las conclusiones se encuentran: en la mayoría de los libros analizados existen muchas contradicciones y “vacíos” de información que dificultan la comprensión del tema, al analizar las respuestas de los cuestionarios se evidencia que el 25 % de los estudiantes tienen problemas para dar algún sentido coherente sobre el concepto de nutrición vegetal y existe la confusión entre la fotosíntesis y la respiración, además, las

concepciones alternativas que se detectan siguen presente en los futuros profesores, que no tienen claro la finalidad de la fotosíntesis.

Bidwell (1993) en su libro “Fisiología vegetal” expone un contenido conceptual que está comprendido por seis secciones. La primera trata: introducción y generalidades (fisiología vegetal, características de las plantas, la célula, estructura y crecimiento de las plantas superiores comunes); la segunda: metabolismo vegetal (metabolismo energético, respiración, fotosíntesis, polímeros y grandes moléculas); la tercera: suelo, agua y aire: la nutrición de las plantas (el suelo y la nutrición mineral, absorción y movimiento del agua, la hoja y la atmósfera); la cuarta, habla sobre la planta en desarrollo- el funcionamiento determinista del vegetal (interpretación del crecimiento y desarrollo, reproducción sexual, organización en el espacio, organización en el tiempo, modelos de nutrición durante el desarrollo, letargo, senescencia y muerte, acción de las hormonas y reguladores de crecimiento); la quinta: fisiología de algas marinas, parásitos y enfermedad en árboles y simbiosis, mientras que en la última aborda: fisiología de las plantas bajo tensión, factores fisiológicos en la distribución de las plantas y las plantas y el hombre.

Nacionales:

Melgarejo (2010) en su libro “*Experimentos en Fisiología vegetal*” presenta un marco conceptual sobre temas como: germinación de semillas (formación, dispersión y germinación de la semilla), análisis de crecimiento, hormonas vegetales (auxinas, giberelinas, el ácido abscísico, citoquininas, etileno, etc.), agua (respuestas a su crecimiento y productividad), nutrición mineral, fotosíntesis y pigmentos vegetales, respiración vegetal, ecofisiología vegetal y fisiología poscosecha. La autora presenta en cada uno de los capítulos el concepto a tratar y experimentos de laboratorios permitiendo comprender conceptos fisiológicos vegetales.

Locales:

Castro (2014) en su trabajo de grado “*La filotaxia vegetal como estrategia didáctica para el reconocimiento de organismos vegetales*” tuvo como objetivo utilizar los conceptos de filotaxia vegetal para propiciar el aprendizaje de conceptos sobre los organismos vegetales

de la I.E.; esta investigación se desarrolló a partir de un enfoque cualitativo soportada por un paradigma interpretativo, planteando seis fases: primero, realiza un inventario apoyado de fotografías de la flora presente en la institución, además de una breve descripción de las familias vegetales encontradas; segundo, presenta una revisión de carácter disciplinar y pedagógico que da sustento a la investigación y la elaboración de los instrumentos pedagógicos que dan soporte a cada actividad de la Unidad Didáctica; tercero, diseña la Unidad Didáctica a partir del modelo pedagógico enseñanza para la comprensión (EPC); cuarto, aplicación de la estrategia pedagógica a un grupo de estudiantes de la institución; quinto, realización del escrito con soporte de fotografías, los análisis respectivos al proceso de aprendizaje de los estudiantes, permitiendo así, la comparación y dar cuenta de la transformación del conocimiento previo; y sexto, la validación de la Unidad Didáctica. Entre las conclusiones se destacan: la viabilidad de la Unidad Didáctica diseñada pues permitió el aprendizaje y la orientación de conceptos (biodiversidad y filotaxis) acerca de la botánica como otro elemento de conocimiento y contacto con el ambiente cotidiano de los estudiantes; la transformación del aprendizaje de los estudiantes permitiéndoles reflexionar sobre la importancia de los organismos vegetales para el ambiente, la identificación y diferenciación de los organismos al emplear un registro fotográfico pudiendo apreciar las características de los vegetales.

Tunjado (1996) en su trabajo de grado "*Obtención de plántulas a partir de explantes de tallo y hoja de *Chrysanthemum morifolium* var. *Polaris*, *Polaris - yellow* y *Firebrand**", el cual, se realizó en los laboratorios del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia empleando tallos y hojas de *C. morifolium* de tres variedades diferentes en el medio básico de Murashige & skoog (MS) sometidos a dos tratamientos hormonales: ácido naftalenacético (ANA) y bencilaminopurina (BAP), en dos concentraciones diferentes cada uno, dos de BAP (0,1.5 y 10 μm) y ANA (0,0. 1,1 y 5 μm). Logrando como resultados cambios morfogénéticos en las diferentes concentraciones los cuales consistieron en la formación de la cicatriz en la superficie de corte, en este caso de hoja y luego de la segunda y tercera semana de haber transferido los respectivos explantes se visibilizan los primeros brotes adventicios y raíces en mayor concentración de ANA que de BAP, por lo que se logra después de un determinado tiempo las plántulas. La concentración de ANA al 5 μm fue donde

se obtuvo los mejores resultados. Las conclusiones de los autores son: se obtuvieron plántulas de las tres variedades de *Chrysanthemum morifolium*, mediante la regeneración directa de brotes adventicios de explantes de tallo y hoja en diferentes concentraciones de ANA y BAP, para la obtención de plántulas de *Chrysanthemum morifolium* es necesario la aplicación 20µm de cloruro de cobalto (CoCl₂) y de las hormonas después de la esterilización del medio y las altas frecuencias de regeneración evidenciadas en las tres variedades permiten que este proceso sea eficiente para emplearse en futuros protocolos de transformación.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. UNIDAD DIDÁCTICA

Según Enciso y García (citado en García y Rodríguez, 2011) la Unidad Didáctica es un sistema que interrelaciona elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con una alta coherencia metodológica interna, empleando como instrumento de programación y orientación de la práctica docente. Además, una unidad didáctica implica según Sanmartí (citado en Perales y Cañal, 2000) “decidir, qué se va enseñar y cómo, por lo que es una de las actividades más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que concretan sus ideas e intenciones educativas” (p.2); lo que permite tomar decisiones autónomas con el currículo, y ajustar las necesidades que se presenta en el aula de clase.

5.1.1. Criterios para diseñar una unidad didáctica

Sanmartí (citado en Perales y Cañal 2000), plantea unos criterios de toma de decisiones para que el enseñante tenga en cuenta en el diseño de una unidad didáctica los cuales se describen a continuación:

5.1.1.1. Definición de finalidades/objetivos

Los objetivos son sin duda la guía fundamental de toda unidad didáctica, ya que “a medida que se van tomando decisiones acerca de los contenidos a enseñar y de las actividades a realizar, se van precisando más los objetivos específicos” (p.4). Al lado de ello, se define “sobre qué se considera importante enseñar, cómo aprenden mejor los alumnos y sobre cómo es mejor enseñar” Sanmartí (citado en Perales y Cañal 2000, p. 4).

5.1.1.2. Selección de contenidos

La selección debe hacerse de forma que los contenidos sean muy significativos y posibiliten la comprensión, en la cual, se presentan 3 aspectos:

5.1.1.2.1 Tipos de contenidos: Los contenidos curriculares se distinguen según se refiera a conceptos, procedimientos o actitudes. A lo que encontramos una gran variedad de contenidos a introducir en el aula, difícilmente clasificables y muy interrelacionados entre ellos. A pesar de sus aspectos negativos, tiene la ventaja de

promover que enseñar ciencias es algo más que conceptos y teorías. En fin, permite reconocer la importancia del aprendizaje de los procesos y técnicas asociados a los métodos utilizados por la ciencia para generar conocimiento.

5.1.1.2.2. Relaciones entre la “ciencia de los científicos” y la “ciencia escolar”:

La selección de contenidos se refiere a la caracterización de la ciencia escolar y de sus relaciones con los que configuran la ciencia. Toda selección implica un proceso de transposición didáctica. De hecho se puede afirmar que la ciencia escolar utiliza modelos propios, que son transposiciones de los modelos de las distintas teorías científicas.

5.1.1.2.3. Significatividad social de los contenidos a seleccionar:

Los contenidos se seleccionan en función de las necesidades previstas, actualmente es necesario plantearse la enseñanza de contenidos relevantes para comprender fenómenos y problemas cotidianos y ser capaz de actuar coherentemente, exigiendo el reconocimiento de la ciencia como forma cultural en constante evolución.

5.1.1.3. Organizar y secuenciar los contenidos

Al estructurar la Unidad Didáctica, se selecciona temáticas para organizar los contenidos y así mismo secuenciarse, esas decisiones dependen de las finalidades y objetivos, por lo que un currículo basado en temáticas transversales, más que omitir contenidos tradicionales, lo que hace es cambiar el énfasis puesto en cada uno de ellos. Para la organización de contenidos puede ser útil el uso de mapas conceptuales, tramas de contenidos o esquemas.

5.1.1.4. Selección y secuenciación de actividades

Se enseña y se aprende a través de actividades, por lo que, los criterios de selección y secuenciación de éstas son muy importantes, ya que posibilitan que el estudiante acceda a conocimientos que por sí mismo no podría llegar a representarse. Así mismo, la actividad no tiene la función de promover un determinado conocimiento, como si éste se pudiera transmitir en porciones, sino de plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen

(a nivel manipulativo y de pensamiento), y sus ideas evolucionen en función de su situación personal (puntos de partidas, estilos, actitudes, etc.).

Las actividades se diferencian no sólo por los contenidos que introducen, sino sobre todo por sus finalidades didácticas, es decir, por la función que el enseñante cree que puede tener en relación al proceso de enseñanza, teniendo en cuenta el contexto en el cual se haya.

El presente diseño de Unidad Didáctica incluye las propuestas de selección y secuenciación de actividades, según Jorba y Sanmartí (1996):

- **Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales:** Han de ser actividades motivadoras que promuevan el planteamiento de preguntas o problemas de investigación significativos; ellas tienen la finalidad de identificar los conocimientos previos o puntos de vista.
- **Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones o de estructuración del conocimiento:** Son las orientadas a favorecer que el estudiante exprese qué está aprendiendo, cuáles son los cambios en sus puntos de vista y sus conclusiones. Los laboratorios y talleres permiten la inclusión de los nuevos conceptos y el desarrollo de habilidades.
- **Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos o de generalización:** Están orientadas en transferir las nuevas formas de ver y explicar nuevas situaciones más complejas que las iniciales. Para conseguir que el aprendizaje sea significativo, se deben ofrecer oportunidades a los estudiantes de manera que puedan aplicar sus concepciones a situaciones o contextos nuevos y diferentes, implementando actividades como: estudio de casos o pequeños proyectos.

La evaluación: Más aún, la autoevaluación y la coevaluación constituyen forzosamente el motor de todo el proceso de construcción del conocimiento. Constantemente el maestro y los estudiantes deben estar obteniendo datos y valorando la coherencia de los modelos expuestos y los procedimientos que se aplican en función de ellos. Para esto, se aconseja realizar un seguimiento constante en la adquisición de los conocimientos nuevos por parte

de los estudiantes para evidenciar cuáles son las falencias que presentan y dar una oportuna solución.

5. 2. ENFOQUE PEDAGÓGICO: APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

El enfoque abordado para el diseño de la unidad didáctica es el aprendizaje significativo, donde una nueva información o un nuevo conocimiento se relaciona de manera no arbitraria, porque no es cualquier aspecto de la estructura cognitiva sino con conocimientos ya existentes y de manera sustantiva (no- literal) pues lo que se incorpora a la estructura son los nuevos conocimiento o nuevas ideas (Moreira, 1997).

La importancia del aprendizaje significativo según Ausubel (1983), está en la relación de lo no-arbitraria y sustantiva de ideas simbólicamente expresadas con aspectos relevantes de la estructura cognitiva del sujeto, rescatando lo significativo y adecuado para así, poder relacionarla con la nueva información. De esta manera, se emergen para el sujeto los significados de los materiales significativos enlazando intencionalmente las ideas establecidas con el nuevo conocimiento y así el sujeto es capaz de explotar con plena eficacia los conocimientos que posea a manera de matriz ideática y organizadora para incorporar, entender y fijar las nuevas ideas.

Ausubel (1983) hace referencia, que el aprendizaje significativo del alumno depende de la estructura cognitiva previa, la cual se relaciona con la nueva información. En consecuencia ocurre un aprendizaje significativo cuando una nueva información “se conecta” con un concepto relevante pre-existente en la estructura cognitiva, lo que implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones puedan ser aprendidas significativamente funcionando como un punto de anclaje o de unión a las primeras, a los que puede llegar a establecer una relación con aquello que va aprender.

Para que el aprendizaje sea significativo según Ausubel (1983) se deben plantear unos organizadores previos que son los materiales introductorios presentados antes del material de aprendizaje en sí; ellos tienen un nivel alto de abstracción, generalidad e inclusividad y su función principal es la de servir como un puente entre lo que sabe y lo que debe saber. Según

Moreira (1997), es necesario realizar un análisis conceptual del contenido a trabajar identificando el tipo de conceptos, ideas y procedimientos básicos que se van a enseñar pensando en el estudiante, pues de nada sirve que el contenido tenga una buena organización lógica, cronológica o epistemológica, si no es psicológicamente posible su aprendizaje.

De esta manera, en la programación del contenido, se debe explorar explícitamente las relaciones entre conceptos previos y nuevos, llamando así la atención hacia las diferencias y semejanzas relevantes. Ausubel (1983) plantea tres aspectos importantes para los contenidos y así plantear los materiales de enseñanza significativamente:

1. **Relación integrativa:** Caracterizada en explorar relaciones entre ideas, apuntar similitudes y diferencias importantes y reconciliar discrepancias reales o aparentes.
2. **Organización secuencial:** Se debe observar en la programación del contenido fines instruccionales, la cual consiste en secuenciar los tópicos o unidades de estudio de manera tan coherente como sea posible.
3. **Consolidación:** Antes de que se introduzcan los nuevos materiales, se asegura continua prontitud en la materia de enseñanza y alta probabilidad de éxito en el aprendizaje secuencialmente organizado.

5.3. CONCEPCIONES

Las ideas previas se han venido presentando en distintas denominaciones como: preconceptos, concepciones espontáneas, representaciones, conocimiento alternativo, etc. Esto quiere decir, que cualquier persona construye su propio sistema de teorías y creencias acerca del mundo que lo rodea, Caballero, 2008 (citado en Nicolás et al, 2017).

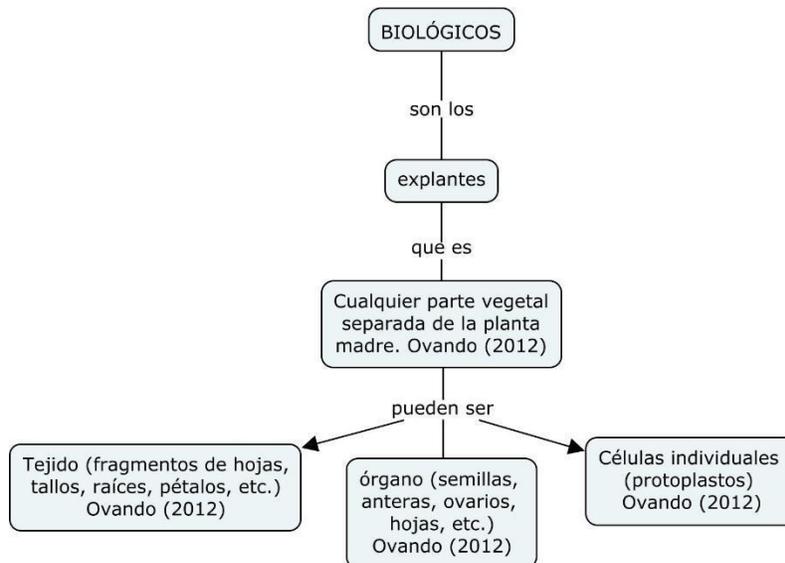
Según Pintó, Aliberas y Gómez, 1996 (citado en Campanario y Otero, 2000) se puede destacar tres tipos de concepciones 1. Las Concepciones espontáneas: son construcciones personales y propias de cada sujeto, existen más semejanzas que diferencias entre ellas, por lo que ha permitido identificar algunos esquemas comunes en alumnos de sistemas educativos distintos. Con ellas intentan dar significado a las actividades cotidianas y se basan

esencialmente en el uso de reglas de inferencia aplicadas a datos recogidos mediante procesos sensoriales y perceptivos. Esas ideas tienen un carácter inconexo y a veces contradictorio, por lo que un mismo alumno puede explicar el mismo fenómeno desde varios puntos de vista inconsistentes entre sí. Pozo y Carretero, 1987 (citado en Campanario y Otero, 2000). 2. Las concepciones transmitidas o inducidas: se caracterizan por ser recogidas del entorno social como un conjunto de creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos. 3. Concepciones analógicas: son aquellas potencialmente útiles para dar significado y comprender situaciones nuevas en las que no se tienen ideas y en las que, por analogía o similitud, utilizamos ideas ya instauradas o correspondientes a otro dominio de nuestro pensar (Gutiérrez et al, 1996).

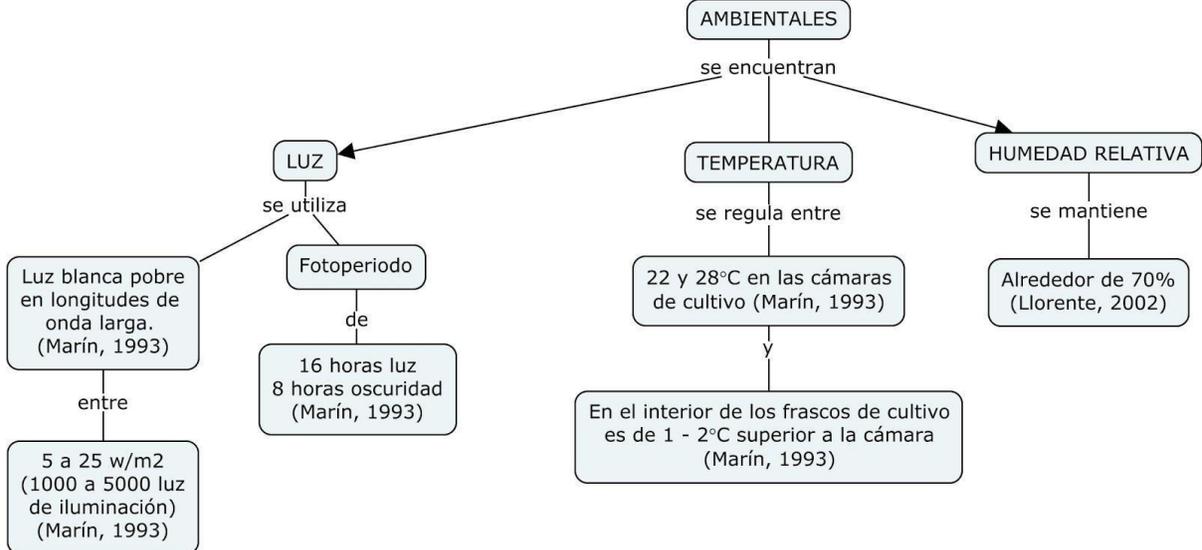
En las concepciones espontáneas e inducidas se reflejan unas implicaciones al momento de la intervención educativa, presentándose así que, la explicitación de ideas puede tener un cierto interés pero no se aprovecha su información para ayudar a potenciar los procesos de enseñanza - aprendizaje. Por lo que al momento de separar esas ideas previas con las nuevas anula toda esa dinámica que está implícita en ellas. Además, las ideas previas siempre contienen una mezcla de errores y aciertos, por lo que, se interpretan como fallos u obstáculos que deben intentar eliminar a partir de la enseñanza. Desde esta intervención se comprende que sólo se podrán cambiar las concepciones iniciales (Gutiérrez et al, 1996).

5.4. CULTIVO IN VITRO

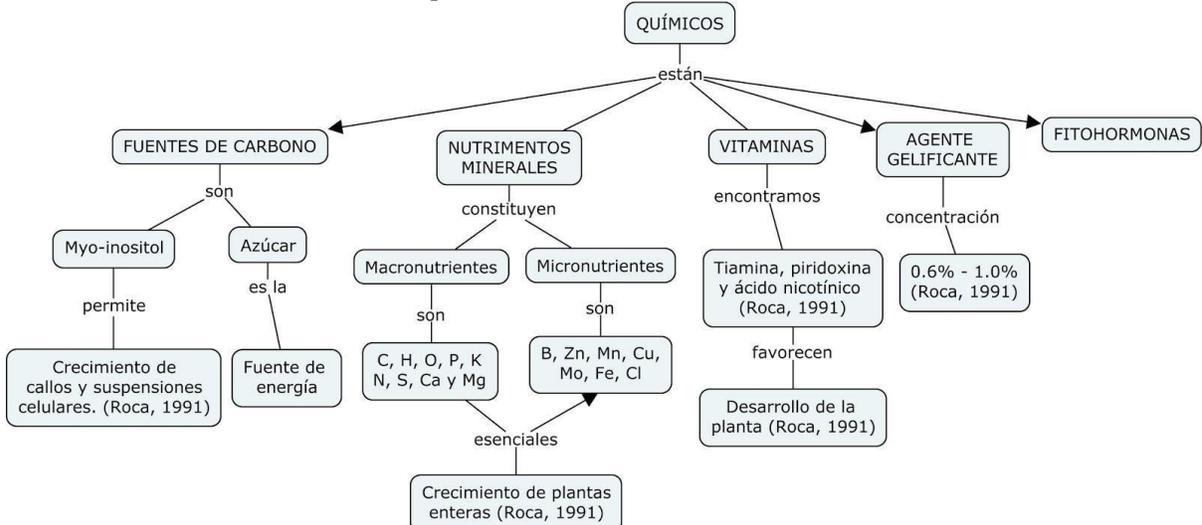
Un cultivo *in vitro* comprende, un conjunto de técnicas heterogéneas mediante las cuales un explante (raíz, tallo, hoja, meristemos apicales, etc.), se cultiva artificialmente en un medio de composición químicamente definida, adoptando procedimientos de asepsia para mantener los cultivos libres de contaminación microbiana. Por lo que es necesario tener en cuenta los factores que intervienen en el crecimiento como: biológicos (esquema 1), ambientales (esquema 2) y químicos (fuentes de carbono, nutrientes minerales, vitaminas, agente gelificante, pH (esquema 3)) y fitohormonas (esquema 4) Roca (1991).



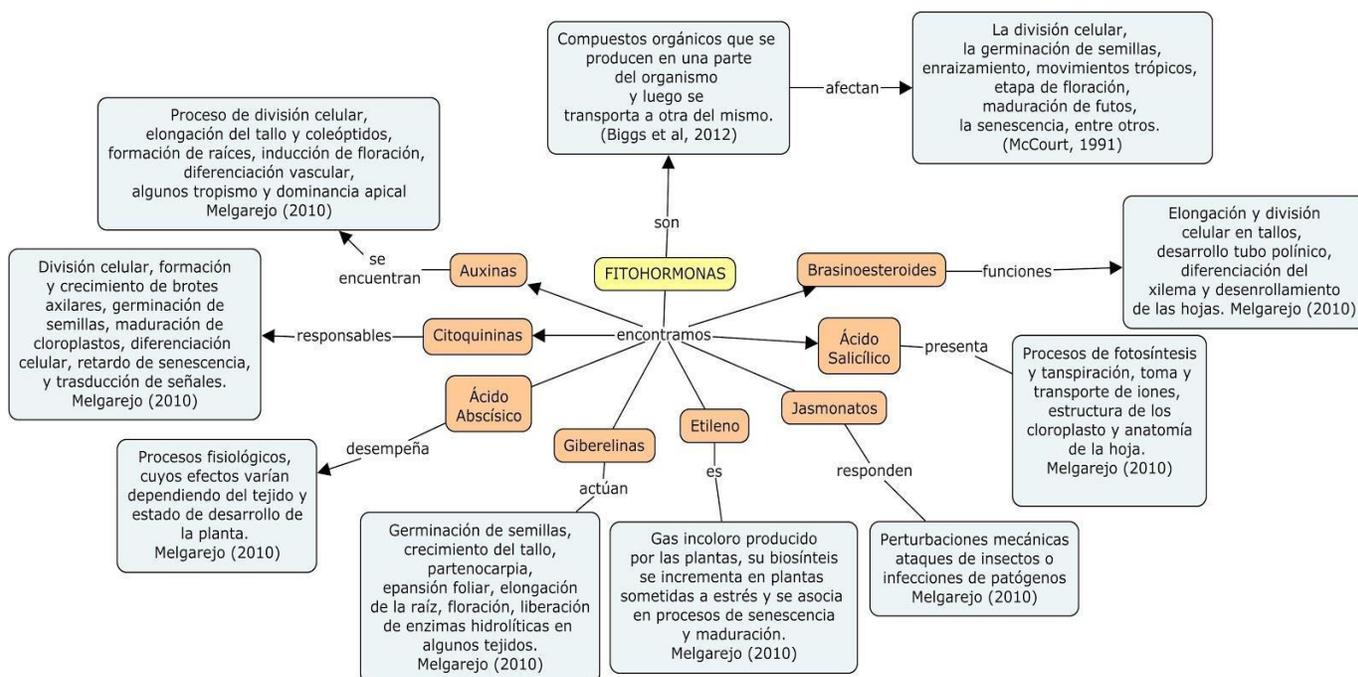
Esquema 1. Factores Biológicos



Esquema 2. Factores Ambientales



Esquema 3. Factores Químicos



Esquema 4. Factores Químicos - Fitohormonas

Esta técnica es importante porque permite: la obtención de plantas libre de patógenos, conservación de especies en vía de extinción, conservación de germoplasma, mejoramiento genético, la biosíntesis de metabolitos e investigación básica en áreas de la genética, fisiología y bioquímica Carpita y McCann, 2000 (citado en Calva y Pérez, 2005).

En las plantas se hallan dos tipos de reproducción: sexual y asexual. La reproducción sexual se caracteriza por la unión de gametos (polen y ovulo) que dan origen a un nuevo individuo (semilla); el cual cuando germina produce una planta genéticamente diferente a sus progenitores. En la reproducción asexual solo hay un progenitor y la descendencia es genéticamente igual a su padre es decir son clones. Ejemplo: La esporulación, fragmentación, canastillas de propágulos, plantas que desprenden hijos, enraizamiento, propagación por esquejes, injertos, cultivo de tejidos *in vitro* (micropropagación, organogénesis, embriogénesis indirecta) (Cuerda, 2011).

En la tabla 1 se amplían las técnicas utilizadas en cultivo *in vitro*:

TÉCNICA	CARACTERÍSTICA
ORGANOGENESIS	<p>Agrobio (2016) plantea que es el proceso de diferenciación en el cual los órganos, las raíces, los brotes adventicios y tallos se forman directa o indirectamente a partir de otros tejidos. Dado que la producción de plantas por este medio puede llevarse bajo dos condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organogénesis indirecta: Implica la formación de un callo sobre el explante inicial como resultado de la herida producida al remover el explante de la planta y por la acción de los reguladores de crecimiento ya sean exógenos o endógenos. Se utiliza la reproducción asexual. • Organogénesis directa: Los brotes adventicios se forman directamente de los explantes sin formación de callo. Este fenómeno pone de manifiesto el concepto de totipotencia, propio de los vegetales. Se utiliza la reproducción asexual
EMBRIOGENESIS	<p>Consiste en el proceso, que induce a la formación de un embrión. Este puede ocurrir a partir de embriones zigóticos o sexuales (embriogénesis zigótica) o a partir de tejidos somáticos de la planta (embriogénesis somática) Agrobio (2016). La embriogénesis somática hace referencia a los embriones somáticos, asexuales o adventicios que se han definido por células que no son el producto de la fusión de gametos (Roca, 1991).</p> <p>En 1980 Sharp y su grupo de investigación describieron dos rutas para la embriogénesis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La embriogénesis directa: El embrión inicia la formación de tejido sin formación de callo. Las células de este tejido tienen definido un programa morfogénico, el cual las compromete en la formación de embriones y necesitan únicamente ser liberadas. Tales células se encuentran en tejidos embrionarios como el escutelo, en tejidos jóvenes como hipocotilos o en plantas maduras a partir de óvulos Agrobio (2016). Se utiliza la reproducción sexual. • Embriogénesis indirecta: Ocurre por proliferación de células para formar callos, los cuales a su vez originan los embriones. Estos aparecen comúnmente de células del floema secundario Agrobio (2016). Se utiliza la reproducción asexual.

MICROPROPAGACIÓN	<p>La micropropagación es conocida como propagación clonal y fue descrita por primera vez por Weber para plantas cultivadas y producidas vegetativamente. Lo que significa que la planta es multiplicada a través de brotes, yemas, injertos o estacas.</p> <p>Según Agrobio (2016) la micropropagación presenta en varias etapas como:</p> <ul style="list-style-type: none">• Etapa de selección del explante• Etapa de proliferación o multiplicación de brotes a partir de los explantes• Etapa de enraizamiento• Etapa de enraizamiento• Etapa de endurecimiento <p>Se utiliza la reproducción asexual.</p>
-------------------------	--

6. METODOLOGÍA

La presente Unidad Didáctica se diseña desde un enfoque epistemológico Hermenéutico Interpretativo que se caracteriza por ser parte de la experiencia vivida del sujeto como un proceso interpretativo. Esta interpretación puede realizarse desde un mirada accional cuyo significado es dado a través de lo que ocurre en el contexto Zichi y Omery, 1994 (citado en Buendía, Colás y Hernández, 1998).

Ella plantea el método cualitativo porque permite la comprensión e interpretación de la realidad humana y social con un interés práctico es decir, ubica y orienta la acción humana y su subjetividad, a partir de la interpretación de sus propios significados, sentimientos, creencias y valores. Esto visto desde una visión holística en donde los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como totalidad, incluyendo los factores que intervienen e impactan en él (Martínez, 2011).

Además su diseño se trabajó utilizando el aprendizaje significativo donde una nueva información “se conecta” con un concepto relevante pre-existente en la estructura cognitiva del individuo, lo que implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones puedan ser aprendidas significativamente funcionando como un punto de anclaje o de unión a las primeras, a los que puede llegar a establecer una relación con aquello que va aprender (Ausubel 1983).

Población: un grupo de 18 a 20 estudiantes que se encuentran en diferentes grados desde 5° de primaria a 9° de secundaria, con edades entre 10 a 14 años que hacen parte del semillero de biotecnología del Colegio Cafam en donde se trabaja con cultivos in vitro. Estos estudiantes son intermitentes y participan de manera voluntaria porque quieren conocer y aprender acerca de las plantas y el proceso del cultivo llevado a cabo en el laboratorio. Para la aplicación del módulo 2 inicialmente se empezó con 10 estudiantes pero al final se trabajó con 6 estudiantes (2 niños y 4 niñas) de los grados séptimo y octavo. Es importante anotar que con esta población se trabajó en la práctica pedagógica.

Para el desarrollo del proyecto se trabajaron tres fases las cuales se presentan en el esquema 5 y se explica posteriormente:



Esquema 5. Fases del proyecto.

- **FASE I. Contextualización:** Se desarrolló a partir de la revisión bibliográfica de artículos, libros y trabajos de grados sobre estrategias pedagógicas para la enseñanza de las plantas, concepciones que presentan los estudiantes sobre el tema y fisiología vegetal. Igualmente se consultó el PEI del Colegio Cafam, los Estándares básicos en competencias de ciencias naturales de los grados desde 7 a 9 del MEN (2004) y los propósitos del semillero de Biotecnología del colegio. Esto permitió identificar los elementos conceptuales y metodológicos para el diseño de la unidad.
- **FASE II. Diseño de la unidad didáctica:** para ello se tuvo en cuenta, el diseño metodológico planteado por Sanmartí (1994) el cual integra los criterios para: la definición de objetivos, selección de contenidos, organizar y secuenciar los contenidos, selección y secuenciación de las actividades y evaluación. La Unidad Didáctica se dividió en dos apartados uno para el estudiante y el otro para el docente. Las actividades pretendieron el desarrollo de habilidades cognitivas (análisis y síntesis) y procedimentales.
- **FASE III. Evaluación y validación :** De la Unidad Didáctica se implementó y evaluó el módulo 2 con estudiantes del semillero de biotecnología del colegio Cafam

desarrollando actividades de exploración, estructuración y aplicación teniendo en cuenta la secuencia y organización de Jorba y Sanmartí (1996).

La validación de la unidad didáctica se realizó de dos maneras: con los estudiantes que tuvieron inmersión con el 2 módulo de la unidad didáctica utilizando el formato 1 (ver anexo 1) y con docentes en biología abordando el formato 2 (ver anexo 2).

Por último se realizaron los ajustes sugeridos para mejorar la estrategia pedagógica.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

FASE I. CONTEXTUALIZACIÓN

El PEI del colegio Cafam tiene en cuenta en su enfoque pedagógico el desarrollo del aprendizaje autónomo, el saber teórico y práctico promoviendo transformaciones en la enseñanza; además, opta por nuevas didácticas, creando nuevos ambientes de enseñanza y aprendizaje. En este caso, el semillero del grupo de biotecnología, es un espacio que brinda a los estudiantes la posibilidad de despertar la curiosidad, el interés y el valor por las especies vegetales, sensibilizar para promover el respeto por la naturaleza, el compañerismo, etc.

Durante el proceso de la práctica pedagógica se evidenció que la dinámica del semillero era variada porque incluían en algunas sesiones el alistamiento de materiales de laboratorio, guardar en botellas de plástico agua destilada, ir a la biblioteca a trabajar en los proyectos propuestos por los niños, en algunas ocasiones se convocaban para cultivar semillas y multiplicar plantas *in vitro*, el taller de bonsái, etc. Esta variedad de actividades es debido a que existe una secuencia entre las sesiones según, las necesidades del grupo, por lo que, algunos estudiantes presentaban frente a estas actividades un comportamiento favorable, curioso y motivador, atendiendo a las sugerencias de los profesores. Para la aplicación del presente proyecto se trabajaron con estudiantes del semillero pero no todos fueron los mismos, la mayoría pertenecían a grados inferiores siendo expresivos, curiosos, que asisten porque les gusta el espacio, son sociables e interactúan unos con otros sin importar el grado académico en el que se encuentran. La dinámica sigue siendo de actividades variadas y centradas en la biotecnología especialmente la enseñanza de las plantas por medio de los cultivos de tejidos de vegetales *in vitro*.

Por otra parte, al realizar la consulta bibliográfica de 20 documentos entre: artículos, libros, trabajos de pregrado y maestrías relacionados a las estrategias pedagógicas para la enseñanza de las plantas, concepciones en estudiantes sobre ellas y fisiología vegetal; se encontraron como estrategias pedagógicas: cartillas, semilleros, herbarios virtuales, objetos virtuales de aprendizaje y unidades didácticas dirigidas a estudiantes de primaria y muy pocas a secundaria. Estas abordan conceptos como: la fotosíntesis, respiración, transpiración,

germinación, célula vegetal, reproducción sexual y asexual, nutrición, polinización y diversidad biológica. Con respecto a los cultivos *in vitro* en plantas se encontró una Unidad Didáctica y una cartilla donde se trataban los temas: embriogénesis, micropropagación y organogénesis. Los conceptos mencionados anteriormente, los distintos autores de la Unidad Didáctica lo trabajaron a partir de una organización y secuencia de contenidos y actividades que favorecieron la enseñanza y aprendizaje en los estudiantes mejorando la curiosidad, la motivación, el desarrollo de habilidades cognitivas, la participación, aprendizaje cooperativo e interacción con métodos científicos.

Con respecto a los trabajos acerca de las concepciones en estudiantes sobre plantas se evidenció falencias referente a conceptos como fotosíntesis, reproducción sexual, asexual y respiración; además un desconocimiento de las plantas acuáticas. En cuanto a lo relacionado con la fisiología vegetal y los cultivos *in vitro* de tejidos vegetales se identificaron libros que permitieron escoger los conceptos estructurantes biológicos para la construcción de temáticas en el diseño de la Unidad Didáctica.

Como se observa en la tabla 2 al relacionar los Estándares básicos en competencias para grados sexto a noveno de secundaria en el apartado de ciencias naturales (MEN, 2004), con los propósitos del semillero se puede abordar la temática de plantas para favorecer el aprendizaje de estudiantes en distintos grados. Por ello, se planteó el diseño de la unidad didáctica “Cultivemos nuestro conocimiento”; para contribuir en la enseñanza y aprendizaje. Esta unidad se relaciona directamente con los estándares del MEN al momento de comparar generación de nuevos organismos y tejidos, mecanismos de obtención de energía, sistemas de reproducción y el mantenimiento de la variabilidad con temas que se trabajan en los tres módulos de la unidad didáctica. Por otra parte, para los propósitos del semillero la unidad didáctica despierta en los estudiantes el interés por aprender acerca de las plantas, el valor por las especies, la actitud científica por medio de laboratorios, la responsabilidad y la formación integral; además cada una de los módulos ayuda en la adquisición de nuevos conocimientos logrando que el estudiante desarrolle habilidades tanto cognitivas como procedimentales que de una u otra manera favorecerá en su proceso tanto académico como personal.

Tabla 2. Relación entre los Estándares básicos en competencias, propósitos del semillero y la Unidad didáctica.

ESTÁNDARES BÁSICOS EN COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES DE 6° A 9° (MEN, 2004)	PROPÓSITOS DEL SEMILLERO	UNIDAD DIDÁCTICA
<ul style="list-style-type: none"> • “.....argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.”(p.18) • “Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.” (p.18) • “Comparo diferentes sistemas de reproducción” (p.20) • “Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad.” (p.20) 	<ul style="list-style-type: none"> • Despertar la curiosidad en los estudiantes. • Relacionarlo con las Ciencias Naturales desde el punto de vista interdisciplinario • Interés y valor por las especies vegetales en los estudiantes • Encauzar la actitud científica. • Disciplina en el trabajo en un laboratorio. • Ayudar en la proyección de la vida profesional de los estudiantes que se interesaban por la biotecnología. • Fomentar la formación integral. 	<p>MÓDULO 1. Generalidades de cultivo in vitro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de cultivo in vitro • Importancia • Conceptos básicos • Componentes que conforman al cultivo in vitro. • Factores que intervienen en el crecimiento. • Normas de trabajo en el laboratorio <p>MÓDULO 2. Factores que intervienen en el cultivo in vitro de tejidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biológicos • Ambientales • Químicos • Asepsia <p>MÓDULO 3. Reproduciendo nuestras plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproducción • Micropropagación • Embriogénesis • Organogénesis.

Todos los antecedentes consultados y la contextualización ayudaron a identificar los conceptos estructurantes escogidos como: cultivo in vitro, fitohormonas, factores que inciden en el desarrollo de plantas *in vitro*, normas de laboratorio, reproducción sexual y asexual; según Gagliardi (1985) “Los conceptos estructurantes no son “nuevos temas en un

programa” sino objetivos generales que permiten construir nuevos conocimientos” (pág. 32) permitiendo que el estudiante relacione sus conocimientos previos con los nuevos desde una mirada científica. Además permitieron la organización, estructuración y secuencia de la unidad didáctica en lo disciplinar biológico y pedagógico.

FASE II. DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El diseño de la Unidad Didáctica está dirigido para los estudiantes del grupo de biotecnología del Colegio Cafam teniendo en cuenta los estándares básicos en competencias del MEN (2004), el PEI del colegio y los propósitos del semillero de biotecnología, en donde su estructura y diseño se llevó a cabo con textos cortos y dibujos permitiendo una explicación de los conceptos. Se le asignó el título de “Cultivemos nuestro conocimiento”, esta consta de dos apartados una para el docente y otra para el estudiante (anexo 8) realizados con base a lo que proponen Jorban y Sanmartí (1996).

El apartado para el estudiante contiene los conceptos estructurantes botánicos escogidos y actividades que permitan el desarrollo de habilidades cognitivas (análisis y síntesis) y procedimentales. Este contiene la siguiente organización:

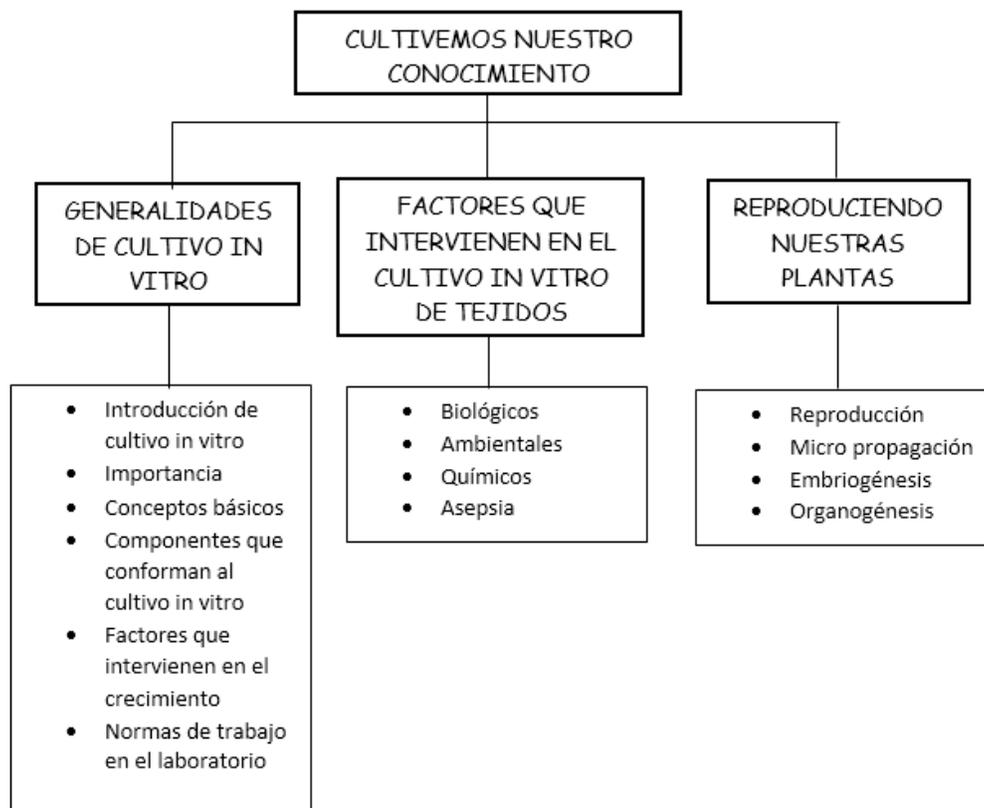
1. Título
2. Actividad de exploración
3. Objetivos
4. Contenidos
5. Actividades: Estructuración y aplicación
6. Formato de evaluación del módulo
7. Referentes bibliográficos

El apartado del docente es una guía que contiene la siguiente estructura:

1. Título
2. Presentación
3. Enfoque Pedagógico
4. Esquema del proceso de aprendizaje
5. Objetivo de la Unidad didáctica
6. Programación específica

7. Esquema general de contenidos
8. Bibliografía

La Unidad Didáctica abordó tres módulos; 1. Generalidades de cultivo *in vitro*, 2. Comprendamos los factores que intervienen en el cultivo *in vitro* de tejidos, y 3. Reproduciendo nuestras plantas. Cada uno contiene sus objetivos, los contenidos con sus respectivos dibujos, las actividades de exploración, estructuración y aplicación las cuales permiten el desarrollo de habilidades cognitivas (análisis y síntesis) y procedimentales. También contiene una evaluación final donde se incluye la autoevaluación y la coevaluación. En el esquema 6 se presenta la temática principal y los módulos que la conforman.



Esquema 6. Temática principal y los módulos que la conforman

FASE III. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN

En la tabla 3 que tiene en cuenta los criterios de la rúbrica propuesta por Vargas, Tello y Rivera (s.f.), (anexo 1) se presentan los resultados del mapa mental del módulo 2 (anexo 2) que buscaba conocer las concepciones sobre los factores que intervienen en el cultivo *in vitro*

que presentaban los 10 estudiantes del semillero de biotecnología. Es de anotar que solo se muestran los resultados de los 6 estudiantes que estuvieron inmerso en todo el proceso.

Tabla 3. Evaluación mapas mentales

Estudiante	Criterios	Profundización del tema			Aclaración sobre el tema			Alta calidad del diseño			Elementos propios del mapa mental			Presentación del mapa mental			Puntaje
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
E1	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	3
			x		X			X				X			x		
	Análisis E1	Se presenta un mapa mental con una descripción ambigua con detalles que no clarifican los factores que intervienen en el cultivo in vitro. Por ello el mapa es impreciso y poco claro por lo que tiene en cuenta ideas primarias, la función del cultivo in vitro, con comentarios como: <i>“una forma de conservar plantas ha apunto de la extinción”</i> y a partir de ello desglosa otra idea donde se evidencia una parte del procedimiento del cultivo de segmentos de hoja, mencionando: <i>“Se coje una parte de la hoja y con un cuter vamos cortando el filamento de la hoja y la metemos en el medio de cultivo y encima le ponemos aluminio y la envolvemos en film. El diseño del mapa mental no cumple con los debidos criterios de elaboración y debido a esto se evidencia una mala organización, además, presenta errores de ortografía. La idea central se asocia con el tema comentando: “Cultivo in vitro de los tejidos” pero es claro, que en el mapa no se distinguen las ideas secundarias por lo que solo se queda en las ideas primarias. Finalmente los colores y la tipografía usada no permite una correcta visualización y debido a esto se confunde la idea.</i>															
E2	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	5
			X			X			X			X			X		
	Análisis E2	El mapa mental tiene una descripción ambigua con algunos detalles que no lo clarifican. Es claro, que este está focalizado en los cultivos in vitro de manera que no enfatiza los factores que intervienen en el cultivo in vitro. A esto, no está suficientemente organizado pero es un mapa mental sencillo en la cual su idea central se asocia con la temática, con comentarios como: <i>“Cultivo in-vitro de tejidos”</i> . Este distingue ideas primarias como: <i>“Función: sirve para sacar de la extinción a estas plantas”</i> , <i>“definición:es cuando se clona una planta saludable para preservar las especie”</i> y el <i>“procedimiento de cultivo: 1. Se lava. 2. Se pasa al medio de cultivo. 3. Se ubica”</i> pero no se reflejan las ideas secundarias por lo que el mapa															

		queda incompleto y el tipo de tipografía usado no permite una correcta visualización de lo que se quiere presentar.															
E3	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	5
			X			X			X			X			X		
	Análisis E3	Se presenta un mapa mental con descripción ambigua con algunos detalles que no clarifican los factores que intervienen en los cultivos in vitro. Se focaliza en :”cultivos in-vitro”, su estructura es de manera sencilla que abarca solamente las ideas primarias como: “nutrientes necesarios y racionarlos debidamente para un buen crecimiento de la planta”, “utilizar los materiales necesarios para el buen proceso de las plantas”, “descontaminar el entorno para la buena fotosíntesis de la planta”, “se necesita la protección necesaria con el fin de no cometer errores”. La idea central se asocia con la temática pero no enfatiza a lo que se quiere, además no se distinguen las ideas secundarias por lo que el mapa se queda solamente en las primarias y las imágenes utilizadas se relacionan con las ideas primarias. Los colores utilizados y la tipografía usada no permite dar una buena visualización del mapa.															
E4	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	3
			X		X			X				X			X		
	Análisis E4	La descripción del tema es ambigua y presentando detalles que no clarifican la temática de los factores que intervienen en el cultivo in vitro. A esto, el mapa es impreciso y poco claro del tema que presenta, se haya incoherencia entre las partes que detalla y debido a esto está mal planteado porque no cumple con los criterios del diseño de un mapa mental. La idea central sí se asocia con la temática de factores “cultivo in vitro”, pero las ideas que plantea son solamente primarias como; “Es un proceso en el cual se cultivan plantas en un interior”, “se hace para cultivar plantas en el ambiente más apto y así después crecer en el exterior” y “se toma una pequeña muestra, luego se pone en un medio de cultivo y se tapa con aluminio”, de esta manera, no se distinguen las ideas secundarias y el mapa queda enfatizado en las primeras ideas. Finalmente, la tipografía usada no es la adecuada por lo que no permite una correcta visualización del mapa.															
E5	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	10
				X			X			X			X			X	
	Análisis	Presenta un mapa con una descripción clara y con buenos detalles sobre el tema de los factores que intervienen en el															

	E5	cultivo in vitro, debido a esto, es un mapa bien organizado y claramente presentado permitiendo un fácil seguimiento de lo que se quiere presentar. Cumple con algunos criterios de la elaboración de un mapa mental por lo que lo hace atractivo; la idea central se asocia correctamente con el tema con comentarios: <i>“factores que intervienen en el cultivo in vitro de tejidos vegetales”</i> , es claro, que presenta solamente la idea primaria a través de palabras claves como : <i>“material”</i> , <i>“especie de plantas”</i> , <i>“agua”</i> , <i>“luz”</i> , <i>“contaminación”</i> y <i>“bacterias”</i> , además, las imágenes utilizadas van acorde a cada uno de los conceptos, cabe decir, que el mapa mental solamente enfatiza en las ideas primarias por lo que no se distinguen las secundarias y el mapa se haya incompleto. Finalmente, la selección de colores y la tipografía usada fueron atractivas permitiendo la comprensión del mapa.															
E6	Valoración	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	4
			X		X				X			X				X	
	Análisis E6	El mapa mental tiene una descripción ambigua con detalles que no clarifican sobre los factores que intervienen en los cultivos in vitro, por lo que, hace que sea impreciso y poco claro, incoherencia en las partes que compone el mapa mental. Este es sencillo y la idea central se asocia con la temática ejemplo de ello: <i>“factores en el cultivo in vitro”</i> , pero solamente plantea ideas primarias como: <i>“material o herramientas”</i> , <i>“usar herramientas de forma adecuada”</i> , <i>“tener claro el proceso para cultivar”</i> , <i>“plantas para el cultivo”</i> , y <i>“son factores que ayudan y/o protegen el cultivo”</i> , por lo tanto, no las desglosa y el mapa queda incompleto sobre las concepciones que ellos tienen. La selección de los colores y la tipografía usada fueron adecuadas para seguir una secuencia del mapa.															

El análisis de cada uno de los criterios de la rúbrica planteada por Vargas, Tello y Rivera (s.f.), se tiene que para la “profundización del tema” el 83% (E1, E2, E3, E4, E6) de los estudiantes presentan un mapa mental con una descripción ambigua del tema con algunos detalles que no clarifican los factores que intervienen en los cultivos in vitro. Estos resultados pueden ser porque como menciona Posada, Miraya y Torre (2016) a veces en el transcurso del aprendizaje el alumno mal interpreta o adapta a su antojo las ideas o conceptos impartidos por el profesor en un determinado momento para así ir fortaleciendo sus conocimientos previos. El 17% tiene una descripción clara del tema con detalles que permiten llevar a cabo

la secuencia del mapa evidenciando algunos factores que intervienen en los cultivos in vitro, es por ello que cuando enfrenta un nuevo contenido lo hacen armado a partir de una serie de conceptos adquiridos en el transcurso de sus experiencias previas, utilizando la lectura e interpretación de documentos escritos, páginas web, o libros que determinan en buena medida qué información deben seleccionar, cómo organizarla y los tipos de relaciones establecidas entre ellas Coll, 1994 (citado en Fernández, Guerrero y Fernández, 2015).

Para el criterio de “aclaración sobre el tema” el 50% (E1, E4, E6) de los estudiantes exponen un mapa mental impreciso al tema que se enfatiza y debido a esto, es poco claro. Por su parte, el 33% (E2, E3) de los estudiantes presentan un mapa focalizado pero no lo suficientemente organizado; mientras que el 17% (E5) da a conocer detalles bien organizados, claramente presentados y de fácil seguimiento. Según Oliva, 1999 (citado en Posada, Miraya y Torre, 2016), estas concepciones pueden ir cambiando a medida que se construye el conocimiento en el sujeto, esto quiere decir, que a menudo el sujeto no es consciente de lo que presenta sino que va movilizand o ciertas nociones o esquemas en el transcurso de la actividad representativa a partir de las cuales se pueda inferir una concepción, pero esta no es totalmente explícita.

Con relación al criterio de “alta calidad del diseño”, el 33% (E1, E4) de los estudiantes presentan un mapa mental mal planteado que no cumple con los criterios expuestos, por lo que se dificulta la secuencia de este. El 50% (E2, E3, E6) de los estudiantes sus mapas tienen una estructura sencilla pero cumple con los parámetros de la elaboración y el 17% su mapa es sobresaliente y atractivo. Por consiguiente, los mapas mentales representan construcciones personales en donde el sujeto simboliza mediante éste lo que haya en su entorno, es una herramienta que permite expresar de manera libre y creativa las concepciones, además, estos forman parte de la idiosincrasia personal sobre un tópic o determinado (Ramírez y Zamora, 2013).

En el criterio de los “elementos propios del mapa mental”, el 83% (E1, E2, E3, E4, E6) de los estudiantes las ideas centrales se asocian con la temática pero las ideas secundarias no se explican a partir de las ideas primarias por lo que los mapas mentales presentados se quedan

en las primarias. Y el 17% la idea central se asocia correctamente con la temática, las palabras claves representan los conceptos abordados y las imágenes utilizadas son las adecuadas para presentar lo que se explica, igualmente no desglosa las ideas secundarias a partir de las primarias, por lo que, como nos menciona Gil y Carrascosa, 1990 (citado en Posada, Miraya y Torre, 2016) estas concepciones se presentan asociadas a una metodología denominada de la “superficialidad”, es decir, que estas se caracterizan por ser respuestas rápidas, seguras y no sometidas a ningún tipo de análisis.

Para el criterio sobre la “presentación del mapa mental”, el 67% (E1, E2, E3, E4) de los estudiantes en la tipografía y los colores usados no permiten una correcta visualización del mapa, mientras que el 33% de los estudiantes la selección de colores y tipografía fueron atractivas para llevar a cabo una buena secuencia del mapa.

A partir de lo anterior, sobre las ideas previas que exponen los estudiantes a través del mapa mental, se puede inferir que las concepciones que presentan los estudiantes no son tan equivocados o erróneos acerca de los factores que intervienen en los cultivos porque han llevado algún tiempo asistiendo al semillero lo que da a comprender que presentan un tipo de concepciones transmitidas o inducidas porque son recogidas del entorno social como un conjunto de creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos (Gutiérrez et al, 1996).

Es importante mencionar que esta actividad de exploración tuvo la intención de evidenciar las concepciones que presentaban los estudiantes y no de conocer si hubo transformaciones por lo anterior los estudiantes no realizaron un mapa mental después de la aplicación del módulo. Sin embargo en la validación docente uno de ellos sugirió el contraste de los mapas, por ello en la versión final de la unidad se hizo el respectivo ajuste.

En las imágenes 1 y 2 se evidencia un primer momento de la actividad de estructuración (laboratorio de cultivo de semillas) en la cual los estudiantes realizaron el protocolo de asepsia fuera de la cámara de cultivo; para luego ser llevadas a la cámara y proceder a cultivarlas.



Imagen 1. La fotografía de la izquierda es la selección de semillas y la fotografía de la derecha asepsia de las semillas seleccionadas (girasol, rábano, campanilla y pompones). Tomadas por: Florián, 2019



Imagen 2. La fotografía de la derecha semillas listas para cultivar e izquierda cultivo in vitro de las semillas seleccionadas. Tomadas por: Florián, 2019

Durante la realización de los protocolos de asepsia de las semillas los estudiantes estuvieron muy atentos y juiciosos a cada una de las recomendaciones que se hacían; tres de los estudiantes hicieron los siguientes comentarios **E4**: “Yo tengo conocimiento para cultivar, porque ya he estado otras veces en el semillero”, **E1**: “yo como tengo tiempo de estar viniendo al semillero me quedara fácil todo” y **E6**: “es fácil propagar plántulas o segmentos de hojas yo lo he hecho otras veces”; mientras que los otros comentaron que era la primera vez que hacían este tipo de actividad y entraban al laboratorio. Estos últimos estaban a la expectativa de lo que debían hacer en el laboratorio y podría ocurrir durante el proceso de crecimiento y desarrollo de la semilla. Luego de realizar los protocolos de asepsia, se procedió a la cultivación de las semillas para lo cual se dieron indicaciones a cada uno de los estudiantes, los cuales estaban muy receptivos

Después de dos días de cultivadas las semillas, se observó que los 18 medios cultivados se contaminaron (Imágenes 3 y 4), por lo anterior no se pudo realizar el seguimiento a la senescencia de las hojas y dar respuesta a la primera pregunta del taller. Por ello se reunió el grupo de estudiantes y al analizar las posibles causas surgieron comentarios como: **E1**: “el error fue que no flameaba cada vez que cultivaban cada semilla”, **E2**: “Yo cultivaba lejos del mechero y dejaba el frasco mucho tiempo destapado” **E3**: “tomaba las semillas que se caían por fuera de la caja de Petri, y luego las cultivaba en el medio”. Según Alvarado (1998) los medios se pueden contaminar a partir de una ineficiente desinfección de los explantes primarios utilizados en la fase de establecimiento, por inadecuada manipulación del material vegetal, deficientes técnicas de asepsia, incompleta esterilización del medio de cultivo, por fallos en el funcionamiento de las cabinas de flujo laminar, o a través del ambiente de los locales. Debido a la presencia de agentes contaminantes en el interior del medio de cultivo. Después de los comentarios de ellos se les explicó que lo que observaban en los medios de cultivo eran hongo y bacteria por su aspecto macroscópico. Las bacterias son cremosas o secas y blancas o cremas y los hongos presentan pigmentación primero blanca y luego verde o negra y un aspecto polvoriento o algodonoso.

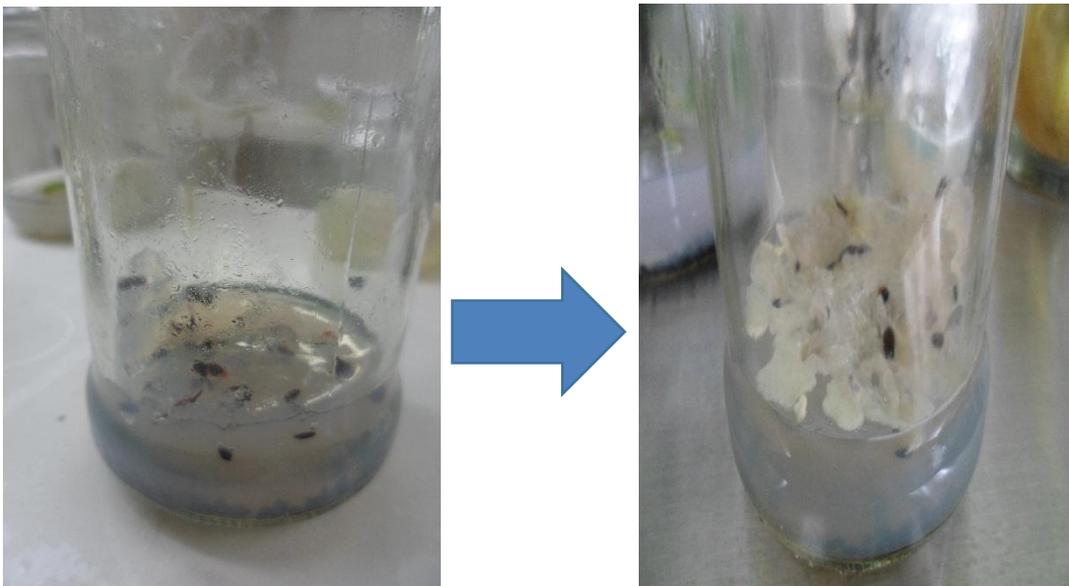
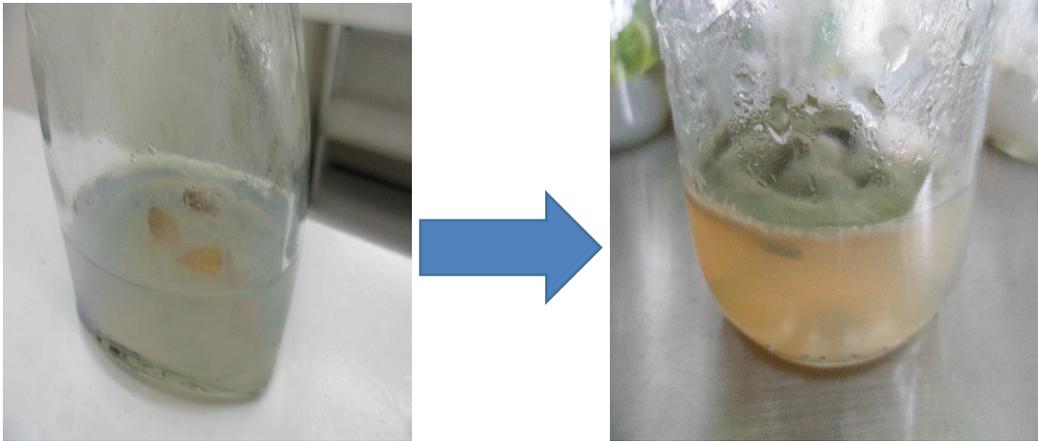


Imagen 3. Foto de la izquierda el día de la cultivación y la de la derecha dos días después se contaminó con bacteria. Tomadas por: *Florián, 2019*



Fotografía 2. Foto de la izquierda el día de la cultivación y la de la derecha dos días después se contaminó con hongos. Tomadas por: *Florián, 2019*

Las respuestas a las preguntas de la 2 a la 5 del taller del laboratorio (anexo 3) se observan en los gráficos 1, 2, 3, y 4

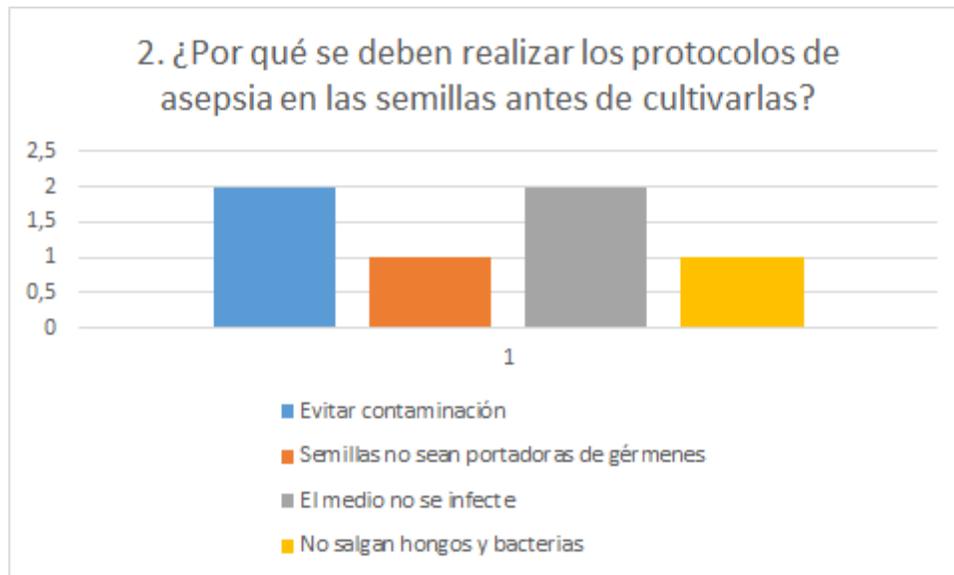


Gráfico 1. Respuestas a la pregunta 2 por parte de 6 estudiantes.

Las respuestas a la pregunta 2. ¿Por qué se deben realizar los protocolos de asepsia en las semillas antes de cultivarlas? (gráfico 1); tienen comentarios como: **E1**: “Para que estas semillas ya no sean portadoras de gérmenes y/o bacterias”, **E2**: “Para que no aparezca contaminación”, **E3**: “Para que no le salgan hongos ni bacterias”, **E4**: “Para evitar que el medio de cultivo se infecte”, **E5**: “Evitar la contaminación”, **E6**: “Para que no aparezca contaminación”. Esto refleja que los estudiantes conocen la razón de los protocolos pues según Roca (1991) la asepsia durante cultivo *in vitro* permite mantener los cultivos libres de contaminación.

Sin embargo, a la hora de trabajar en el laboratorio no tienen en cuenta el conocimiento evidenciándose con la contaminación de los medios de cultivo y la manera de cómo hicieron la siembra de las semillas. Esta parte se podría mejorar al implementar los otros módulos o en la medida que tengan más inmersión en el laboratorio.

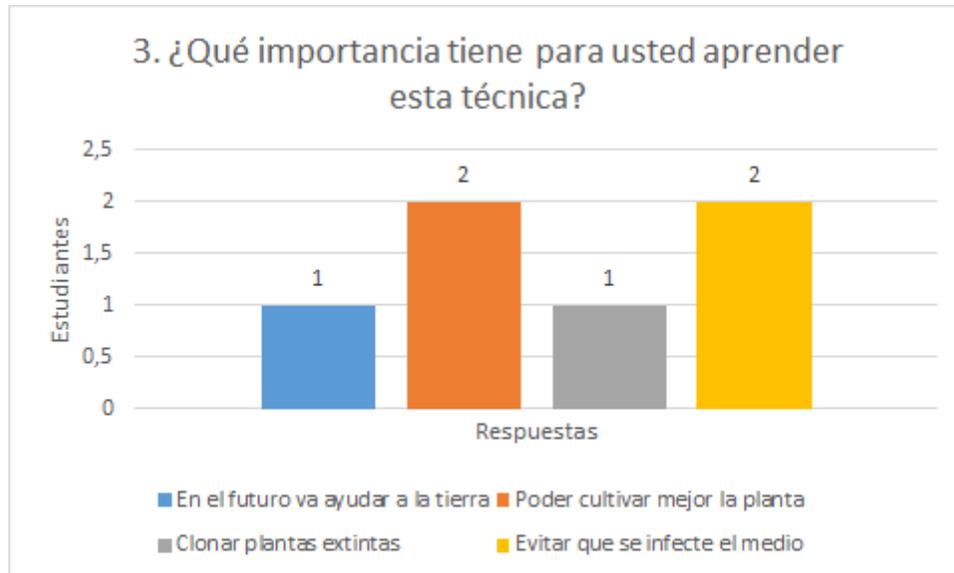


Gráfico 2. Respuestas pregunta 3 por parte de 6 estudiantes.

Para la pregunta 3. ¿Qué importancia tiene para usted aprender esta técnica? (gráfico 2); se observa que las respuestas están mediadas por percepciones diferentes que dependen de sus concepciones pues el 33% se concentra en el resultado inmediato que se puede obtener cuando se siembra bien al decir **E1**: “ Evitar que se infecte el medio de cultivo, mientras que el 67% se encamina en la importancia de la técnica de cultivo in vitro al comentar **E2**: “ Para clonar plantas extintas”, **E3**: “ Que eso en el futuro va ayudar a la tierra”, **E4**: “Para evitar que se infecte el medio de cultivo y así la planta pueda crecer”, **E5**: “No contaminar”, **E6**: “Para poder cultivar mejor la planta”. De manera general se evidencia que los trabajos de laboratorios ayudan en el desarrollo de habilidades cognitivas y destrezas en el laboratorio.

Según Caamaño (2009) los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por permitir la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia.

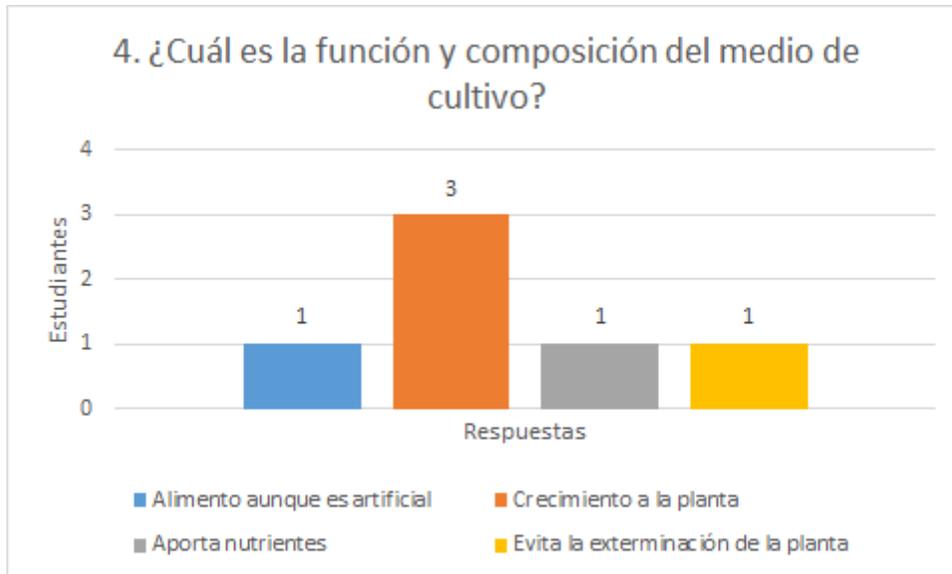


Gráfico 3. Respuestas pregunta 4 por parte de 6 estudiantes.

En la pregunta 4. ¿Cuál es la función y composición del medio de cultivo? (grafico 3), se obtuvieron respuestas como: **E2**: “El azúcar para que la planta crezca”, **E3**: “Aporta nutrientes y todo lo necesario para que la planta crezca satisfactoriamente”, **E5**: “Para que la planta tenga mejor crecimiento” y **E6**: “El medio de cultivo de cultivo tiene azúcar para que la planta tenga energía para crecer”; pudiéndose inferir que el 67% de los estudiantes comprendieron la función del medio del cultivo ampliando sus concepciones, sin embargo el 33% con comentarios **E1**: “Que eso en el futuro va ayudar a la tierra” y **E4**: “Evitar la exterminación de la planta” aún presentan una concepción analógica; la cual se caracteriza por ser potencialmente útil para dar significado y comprender situaciones nuevas en las que no tenemos ideas y que por analogía o similitud se utilizan (Gutiérrez et al, 1996).

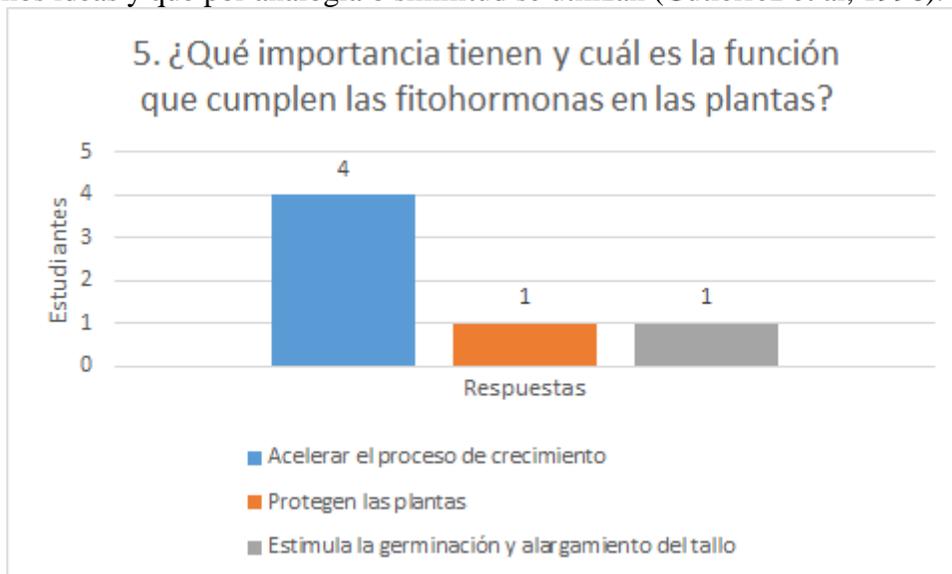


Gráfico 4. Respuestas a la pregunta 5 por parte de 6 estudiantes.

Para la pregunta 5. ¿Qué importancia tienen y cuál es la función que cumplen las fitohormonas en las plantas? (grafico 4) se evidencia que los estudiantes tienen conocimiento sobre el tema al dar respuestas como: **E1**: “Acelera el crecimiento de la plantas”, **E2**: “Estimula la germinación y el alargamiento del tallo, también la maduración de las frutas” **E3**: “Protegen las plantas”, **E4**: “Las fitohormonas ayudan a la planta a crecer más rápido, estimula la germinación y el alargamiento del tallo, también la maduración de los frutos”, **E5**: “Acelera el crecimiento”, **E6**: “Protegen las plantas y para su crecimiento acelerado”. Pudiéndose inferir que el tema tratado fue comprendido por ellos, reflejado en sus respuestas. Se evidencia que se presentan unas respuestas sustantivas porque se incorpora a la estructura cognitiva el nuevo conocimiento reflejadas a partir del mismo concepto o la misma proposición que pueden llegar a expresarse de diferentes maneras en términos de significados (Moreira, 1997).

Los resultados de la actividad de aplicación (ver anexo 4) permiten mostrar que los estudiantes logran el aprendizaje significativo dando como respuesta al caso planteado “para acelerar el crecimiento de la planta en poco tiempo, se usan las fitohormonas”; pues según Ausubel, 1983 (citado en Moreira, 1997) ocurre un aprendizaje significativo cuando una nueva información “se conecta” con un concepto relevante pre-existente en la estructura cognitiva, lo que implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones puedan ser aprendidas significativamente funcionando como un punto de anclaje o de unión a las primeras, a los que puede llegar a establecer una relación con aquello que va aprender.

Finalmente, se infiere que a partir de la implementación de la actividad de estructuración y aplicación los estudiantes desarrollaron habilidades tanto cognitivas en este caso el análisis en la cual, les permitió diferenciar, clasificar y relacionar las evidencias o estructuras de las debidas preguntas (Velásquez, Remolina y Calle, 2013) y habilidades de destrezas en el laboratorio que permitió la experiencia en el manejo de instrumentos y uso de técnicas para comprender la influencia de las fitohormonas en los cultivos in vitro, además, permitió la aplicación de normas propias del laboratorio como: orden, limpieza y seguridad.

Al analizar los formatos de evaluación de los estudiantes (anexo 5), se observó que en la autoevaluación ellos expresan que se encuentran entre bueno y regular. Para los ítems: Atiendo debidamente a las explicaciones, cuido el material de laboratorio y valoro el trabajo realizado por el profesor el 100% de ellos se encuentra en bueno y para los ítems: expreso mis dudas e inquietudes, puntualidad, realizo lectura independiente y manejo de conceptos el 100% de los estudiantes se encuentran en el nivel regular.

Para la coevaluación los estudiantes expresan encontrarse en diversos niveles dependiendo del criterio. Para los criterios el respeto, comportamiento, responsabilidad y solidaridad el 100% de los jóvenes se haya en el nivel alto. Con respecto a la participación el 50% se encuentran en baja y el otro 50% en alta; en el aporte de su trabajo individual se encuentran 50% en un nivel medio y 50% en un nivel alto. Por consiguiente, este tipo de evaluación permite que los estudiantes tengan una opinión más realista de sus propias capacidades y que puedan hacer juicios más racionales al momento de evaluar los logros de sus compañeros. De igual forma, le permite al estudiante pensar profundamente, elevando sus metas de aprendizaje y dando la posibilidad de evaluarse tanto personal como grupal. Falshikov, 1986; Horgan, Bolk y Hacker, 1997 (citado en Álvarez, 2008). Por último en la categoría de

proponer ideas y soluciones el 50% se encuentran en bajo y el 50% en medio. Cabe decir, que los estudiantes destacan que desarrollaron las siguientes habilidades: observación, el uso y manejo de implementos de laboratorio, la disciplina, el compromiso, el pensamiento crítico, la empatía, el liderazgo y los conceptos científicos.

Para facilitar el análisis de la validación por parte de los estudiantes que tuvieron inmersión con el módulo 2 (ver anexo 6) las preguntas se organizaron en categorías y subcategorías como se observa en la tabla 4 y gráficos 5 y 6.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	COMENTARIOS
Aprendizaje de conceptos	Conceptos expuestos	E1: “Estos me ayudaron a entender porque las plantas necesitan mejores cuidados” E2: “Me ayuda a saber de la formación en plantas el cual es muy importante” E3: “Puedo evitar una contaminación”
	Imagen acorde al concepto	E1: “Porque nos explicaban que era las fitohormonas” E2: “Tiene mucho sentido” E3: “Sí, porque en la sala de incubación nos mostraron algo parecido”
	La temática cumplió con sus expectativas	E1: “Porque nos ayuda avanzar en nuestros conocimientos” E2: “Sí, porque si era lo que quería es muy entendido” E3: “Sí, porque siempre quise entrar al laboratorio y fue una gran experiencia”
	Comprensión del concepto fitohormonas	E1: “Gracias a la imagen referente al tema” E2: “Ya sé de qué sirven y que son” E3: “Porque la puedo usar en una planta”
	Organización de las actividades	E1: “A veces hay actividades que no me atraen por mi interés” E2: “He aprendido muchas cosas interesantes aquí”

Actividades para mejorar el aprendizaje		E3: “Sí, porque puedo proteger especies de plantas”
	Actividad de estructuración fue enriquecedora	E1: “Porque nos hizo vivir la experiencia de cultivar” E2: “Esto ha sido más que una buena experiencia ” E3: “Porque mis conocimientos se ampliaron y sé nuevas cosas”
	La metodología de la actividad de estructuración fue pertinente	E1: “Porque nos enseñó que a la próxima vez que cultivemos tenemos que tener cuidado”” E2: “Sí, por lo que aprendí el cual me va ayudar” E3: “Sí, ahora sé cultivar in vitro”
	Fue lucrativa la experiencia en el laboratorio	E1: “Sí, porque me motiva a seguir intentando hasta que mi cultivo no este contaminado” E2: “Me motiva estar aquí y quiero venir siempre” E3: “Porque nunca había entrado a el laboratorio y lo logré”

Tabla 4. Respuestas validación estudiantes

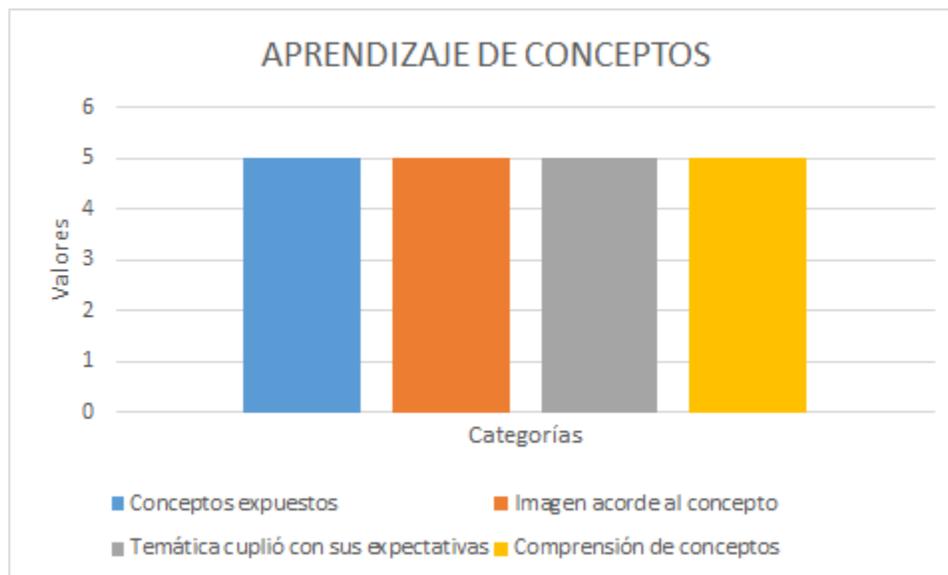


Gráfico 5. Aprendizaje de conceptos

Todos los estudiantes dieron una valoración de 5 (excelente) con respecto a la categoría “aprendizaje de conceptos” (tabla 4, gráfico 5) que hace referencia a: conceptos expuestos, la temática cumplió con sus expectativas, imagen acorde al concepto y comprensión de

conceptos. De esta manera, se puede decir que los temas tratados en el módulo 2 aportaron significativamente al aprendizaje de los estudiantes y las imágenes utilizadas permitieron una mejor enseñanza de los conceptos abordados. Al lado de ello, al añadir imágenes a la explicación verbal ayudan al aprendizaje de temáticas y estas son capaces de dirigir la atención hacia los aspectos relevantes del concepto. Levie, 1987 (citado en Llorente, 2000).

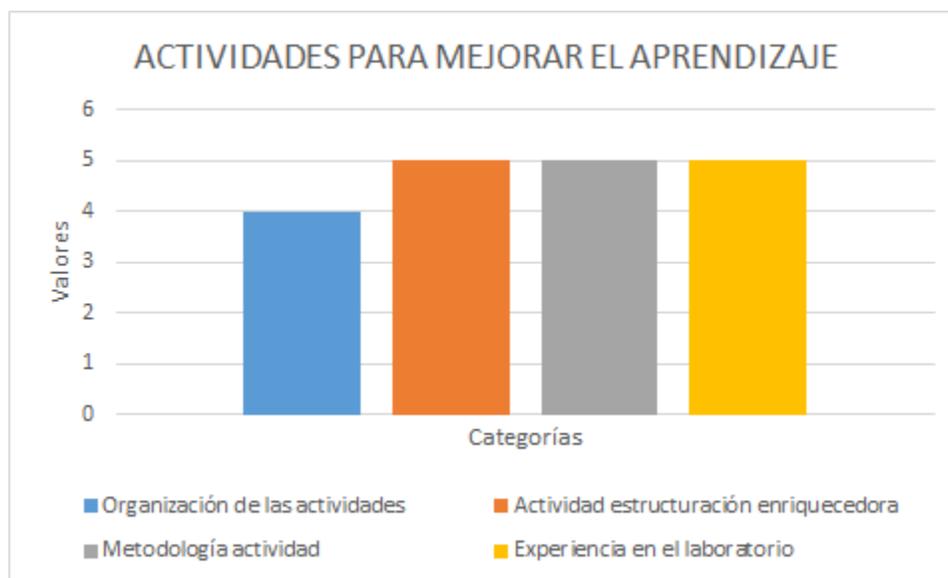


Gráfico 6. Actividades para mejorar el aprendizaje.

Con respecto a la categoría “actividades para mejorar el aprendizaje” (gráfico 6) los estudiantes dan una valoración de 5 (excelente) a la actividad de laboratorio, con comentarios como; **E1**: “Porque mis conocimientos se ampliaron y sé nuevas cosas”, **E2**: “Esto ha sido más que una buena experiencia”, **E3**: “Porque nos hizo vivir la experiencia de cultivar”, evidenciándose que esta favorece la comprensión de los procesos biológicos y conecten los nuevos conocimientos con los viejos, además, de desarrollar destrezas en el laboratorio. De esta manera, los trabajos prácticos según Caamaño (2009) son considerados una de las actividades importantes en la enseñanza de las ciencias porque permiten una motivación en los estudiantes, facilitan la comprensión de conceptos complejos, permite la interpretación de un fenómeno, y proporciona una experiencia en el laboratorio. Por otro lado en la subcategoría de la organización de las actividades los estudiantes la valoran con un puntaje de 4 (bueno) expresando **E1**: “A veces hay actividades que no me atraen por mi interés”, **E2**: “Sí, porque puedo proteger especies de plantas”, **E3**: “He aprendido muchas cosas interesantes aquí”, debido a que es teórica.

Los resultados de la validación de la unidad didáctica diseñada por parte de 3 expertos (ver anexo 7) se presentan en los gráficos del 9 al 13 los cuales presentan las categorías de contenido, aspectos funcionales, actividades, evaluación y aspectos estéticos.

Los expertos se relacionaron de la siguiente manera; **DB1**: es licenciada en biología, docente del colegio Cafam e integrante del semillero de biotecnología; el **DB2**: es biólogo, docente

del colegio Cafam, integrante y promotor del semillero de biotecnología y el **DB3**: es licenciada en biología y docente de un colegio privado en Bogotá.

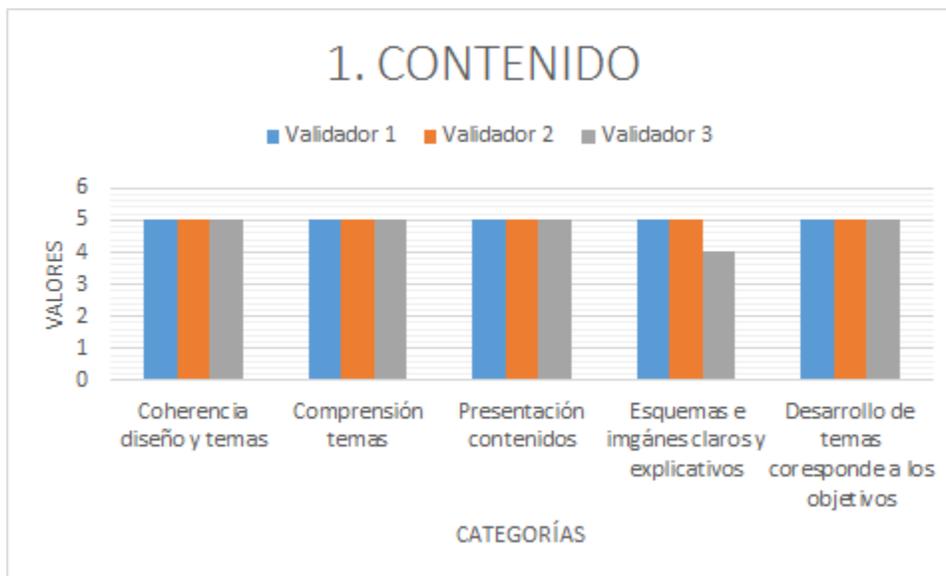


Gráfico 7. Validación de la UD. Contenido

Con referente a la categoría “contenido” (gráfica 7) los tres docentes la valoraron en 5 (excelente) con relación a la coherencia del diseño y los temas, comprensión de temas, presentación de contenidos y desarrollo de temas con comentarios como; **DB1**: “Los módulos presentan una organización precisa y acorde con las necesidades”, **DB2**: “La información presentada mediante imágenes es pertinente”, **DB3**: “Se puede evidenciar los niveles de complejidad para la enseñanza de los estudiantes”, lo que permite inferir que la unidad es pertinente para la aplicación del contenido; según Callejas *et al.* (2011) la coherencia del material educativo depende de la formulación de los contenidos temáticos y de las actividades orientadas a optimizar el aprendizaje en cada uno de los sujetos. Para la subcategoría Esquema e imágenes claras y explicativos la puntuación varía entre 4 y 5 pues **DB3** da la puntuación más baja comentando que “las imágenes son pertinentes aunque uno de los esquemas presentados es bastante grande” a diferencia de los otros evaluadores.

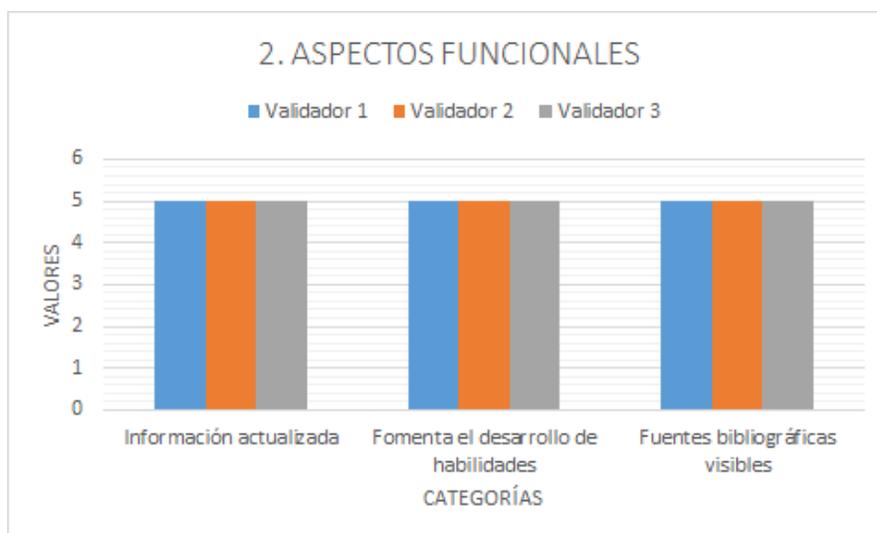


Gráfico 8. Validación de la UD. Aspectos funcionales

En la categoría “aspectos funcionales” los tres validadores dan una puntuación de 5 (excelente) (Gráfico 8) con comentarios como **DB1**: “La información es acorde con las últimas investigaciones”, **DB2**: “Las fuentes bibliográficas son evidentes”, **DB3**: “La forma de presentar los conceptos es muy buena para abordar diferentes poblaciones”. Esta categoría evalúa la información actualizada, las fuentes bibliográficas y el fomento de habilidades. Por lo anterior se puede inferir que la unidad didáctica es viable pues según Mejía (2012) la adecuada planeación de los contenidos permite alcanzar procesos cognitivos significativos que posibilitan adquirir nuevos conocimientos y potencializar el desarrollo de habilidades.

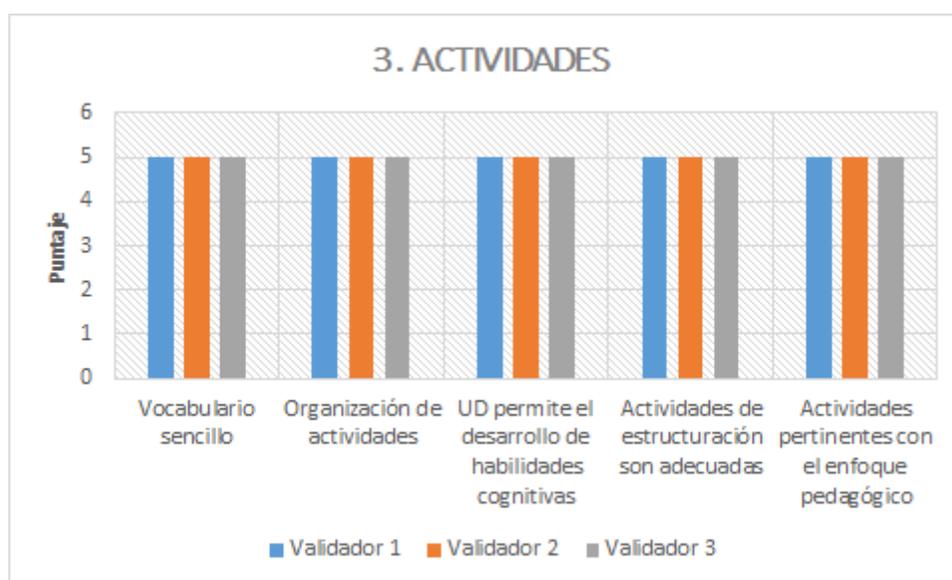


Gráfico 9. Validación de la UD. Actividades

Para la categoría “actividades” los tres validadores dieron una puntuación de 5 (excelente) (gráfico 9), haciendo comentarios como; **DB1**: “El vocabulario técnico es claro y concreto”; **DB2**: “Las actividades planteadas concuerdan con el aprendizaje que se necesita en el

laboratorio”, **DB3**: “La secuencia de las actividades es pertinente, sin embargo sugiero incluir un mapa mental al final del módulo 2 para poder hacer el contraste. La calificación obtenida puede ser soportada debido a que se utilizan diversas actividades con diferentes tipos de indagación propuestas por Meinardi (2010) desarrollando habilidades cognitivas (análisis y síntesis) y procedimentales. Además se utilizó un vocabulario sencillo para la comprensión y las actividades van acorde con el enfoque pedagógico propuesto; por lo anterior, se puede decir que la unidad didáctica diseñada cumple con la finalidad de material educativo, que es soportado por Rojas y Timón (2010) quien dicen “un material de apoyo tiene la funcionalidad de desarrollar y ayudar a que se adquiera de manera estructurada y amena unos conocimientos determinados en un contexto educativo” (p.19).

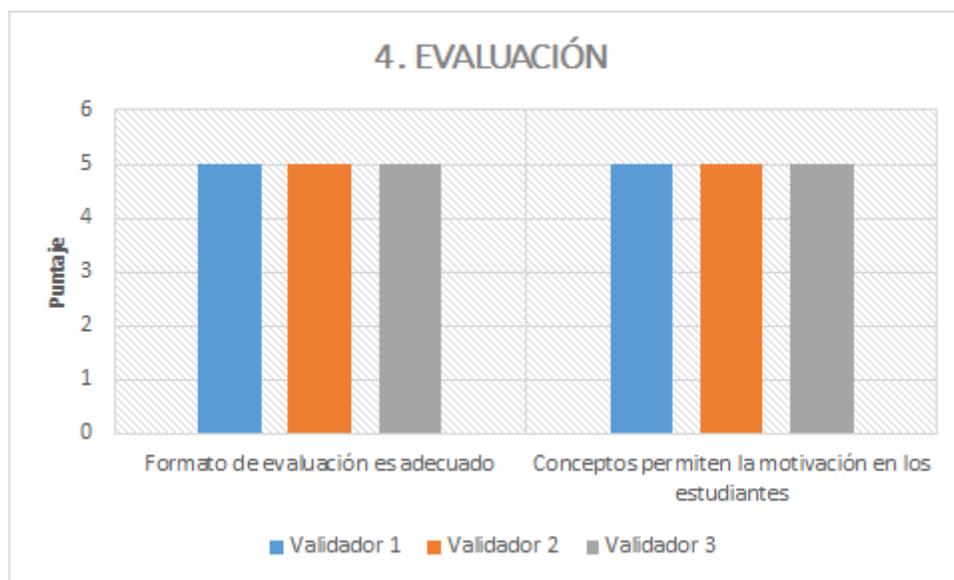


Gráfico 10. Validación de la UD. Evaluación

Para los resultados obtenidos en el criterio de la “evaluación” (gráfica 10) los validadores le dan un puntaje de 5 tanto al formato como a los conceptos que permiten la motivación en los estudiantes por lo que según Sanmartí (1994) la evaluación y más aún, la autoevaluación y la coevaluación, constituyen forzosamente el motor de todo el proceso de construcción del conocimiento. Constantemente, el maestro y los estudiantes deben estar obteniendo datos y valorando la coherencia de los modelos expuestos y los procedimientos que se aplican en función de ello.

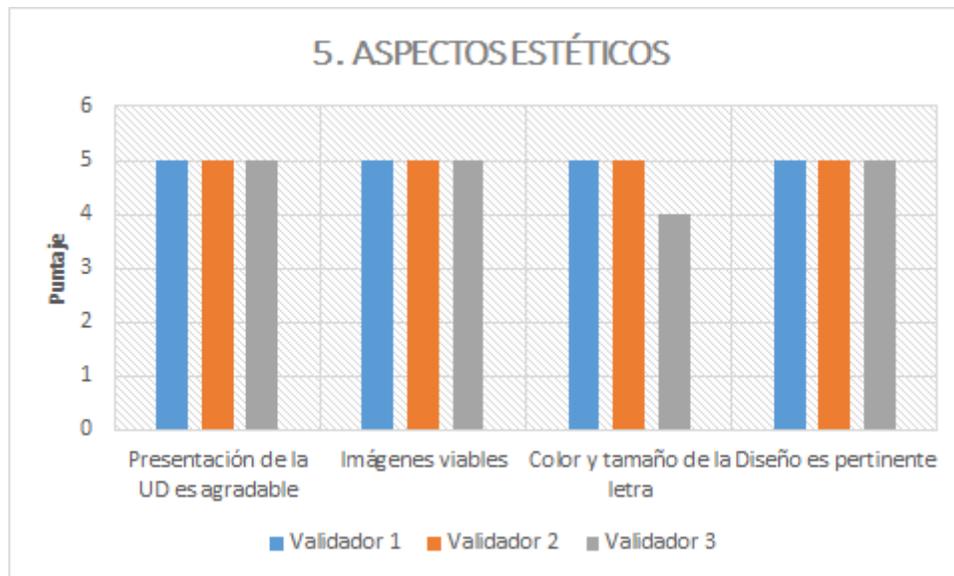


Gráfico 11. Validación de la UD. Aspectos estéticos

Con respecto a la categoría “aspectos estéticos” todos los tres expertos dan una puntuación de 5 (excelente) (gráfica 11) porque expresan que la unidad didáctica es fácil de comprender, las imágenes son claras y de fácil comprensión, el tamaño y color de la letra son adecuados y el diseño satisface necesidades, con comentarios como; **DB1**: “la unidad didáctica es de fácil comprensión”, **DB2**: “Sí, es un diseño que satisface necesidades”, **DB3**: “Los colores son adecuados tanto de las imágenes como el tamaño de la letra y su fondo”. Sin embargo, el validador 3 en la categoría del color y tamaño de la letra da un valor de 4 porque considera que “el diagrama con todos los conceptos que se abordan en la unidad didáctica es visiblemente amplio”

Es importante mencionar que se realizaron todos los ajustes sugeridos.

8. CONCLUSIONES

- Se diseñó la unidad didáctica “cultivemos nuestro conocimiento” para facilitar la enseñanza y aprendizaje de algunos conceptos botánicos por medio de los cultivos de tejidos vegetales *in vitro*.
- La unidad didáctica podría desarrollar habilidades tanto cognitivas como procedimentales con las actividades de exploración, estructuración y aplicación diseñadas
- Después de implementar y evaluar las actividades de exploración, estructuración y aplicación del módulo 2 de la unidad didáctica con los estudiantes del semillero de biotecnología se pudo evidenciar interés, motivación, y ampliación de las concepciones sobre generalidades de cultivo *in vitro* y normas de trabajo en el laboratorio por parte de ellos. Además, hay interrelación entre lo que saben y la manera de actuar en el laboratorio lo cual podría ir mejorando cuando se implementen los demás módulos.
- La validación del módulo 2 por parte de los estudiantes obtuvo un puntaje excelente (5) en las categorías aprendizaje de conceptos y actividades para mejorar el aprendizaje, y 4 en la subcategoría de la organización de las actividades. De manera general, se puede decir que ella fue del agrado de los estudiantes porque en sus observaciones manifestaron que ampliaron sus conocimientos sobre las plantas respecto al concepto de fitohormonas, además fue una experiencia enriquecedora ya que algunos no habían llegado a cultivar y tampoco habían tenido la oportunidad de entrar al laboratorio de siembra.
- La evaluación por parte de los estudiantes muestran que en los criterios obtenidos de la autoevaluación ellos se encuentran entre un nivel bueno y regular; mientras que en la coevaluación se encuentran en niveles entre alto y medio. Además, reconocen que desarrollaron habilidades cognitivas y procedimentales. Este tipo de evaluación ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje para el estudiante en el reconocimiento de dificultades que presenta tanto individual como grupal.
- Los resultados obtenidos de la validación por parte de los docentes de biología se encuentran en un rango entre 4 y 5, de acuerdo a los aspectos a nivel conceptual, funcional, actividades, evaluativos y estéticos propuestos en el formato de evaluación; donde resaltan que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto, destacándose su pertinencia, actualidad en la información y secuencia de las temáticas, los elementos propios que contextualizan el trabajo, siendo esto un acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica.
- En el proceso de enseñanza llevado a cabo a través de la Unidad Didáctica, se reconoce que es importante como futura licenciada involucrar este tipo de recurso como una estrategia pedagógica y didáctica que permita la enseñanza de temas en el campo de la biología con respecto a la biotecnología. Por lo tanto, se considera

fundamental establecer sistematización para la elaboración de contenidos y actividades que impulsen el aprendizaje de biotecnológico, y que fomenten el desarrollo de otras habilidades cognitivas en los estudiantes

9. RECOMENDACIONES

- Implementar toda la unidad didáctica “cultivemos nuestro conocimiento” para la enseñanza de algunos conceptos botánicos por medio de los cultivos *in vitro*, permitiendo el desarrollo de habilidades tanto cognitivas como procedimentales.
- Incluir diferentes actividades para desarrollar otras habilidades cognitivas como: salidas de campo, dibujos, utilización del microscopio y otros laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán Henao, A. (2016). Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) relacionado con el aprendizaje significativo referentes a plantas y cultivos hidropónicos dirigido a estudiantes de grado tercero de la I.E.D Miguel Antonio Caro (Barrio Quirigua). 1-109. Bogotá D.C. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1770/TE-19794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarado Capó, Y. (2000). Control y prevención de la contaminación microbiana en la propagación de plantas. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 31(2), 87-91. Obtenido de <https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB-2000-2-087-091.pdf>
- Álvarez Valdivia, I. (2008). La coevaluación como alternativa para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes universitarios: valoración de una experiencia. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 22(3), 127-140. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/274/27418813008.pdf>
- Angosto Sánchez, I. (2018). Análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y de las concepciones de los estudiantes del Máster universitario en formación del profesorado de ESSO y de bachillerato de la UCM. 1-273. Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/49387/1/T40291.pdf>
- Asociación de biotecnología vegetal agrícola (Agro-bio). (2016). Bio-Aventura. 1-84. Obtenido de <https://www.agrobio.org/wp-content/uploads/2016/04/Bio-Aventura.pdf>
- Azcón Bieto, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Edicions Universitat de Barcelona. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetalAzcon.pdf>
- Bidwell, R. (1993). *Fisiología vegetal*. México. D.F.: A.G.T. Editor, S.A.
- Buendía Eisman, L., Colás Bravo, P., & Hernández Pina, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. (C. Casado Lumbreras, Ed.) Aravaca, Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U.
- Calva Calva, G., & Pérez Vargas, J. (2005). Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. *Revista digital universitaria*, 6(11), 1-16. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/art104a.htm>
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 155-169. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486>

- Castro, K. (2014). La filotaxia vegetal como estrategia didáctica para el reconocimiento de organismos vegetales. Valle de tenza. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
- Charrier Melillán, M., Cañal, P., & Rodrigo Vega, M. (2006). Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3), 401-410. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/76035/96652>
- Colegio Cafam. (2014). PEI. Bogotá. D.C.
- Cuerda, J. (2011). *Atlas de botánica: El pulmón del planeta* (Primera ed.). Barcelona, España: Parramón Ediciones S.A. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/363916929/Cuerda-Josep-Atlas-de-Botanica-El-Pulmon-Del-Planeta>
- De posada , J., Del mar, M., & Torre, M. (s.f.). Ideas previas de los alumnos y construcción del conocimiento escolar sobre las ciencias experimentales. Obtenido de <http://docente.ifrn.edu.br/geraldosilva/disciplinas/metodologia-do-ensino-de-quimica-i/Capitulo%2016%20-%20Ideias%20Previas.pdf>
- Fernández Hernández, J. M., Guerrero Bell, M., & Fernández Guerrero, R. (2015). La ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras a fines al campo biológico.
- Gagliardi, R. (1985). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 30-35.
- García, A., & Rodríguez, Y. (2011). Aprendizajes que se generan sobre el crecimiento vegetal al implementar una unidad didáctica sobre plantas acuáticas (Lemna minor) con estudiantes de séptimo grado del I.E.D. República de México. Bogotá. D.C.
- Guarnizo losada, M. A., Puentes Luna, L. O., & Amórtegui Cedeño, E. F. (2013). Aproximación a las concepciones acerca de diversidad vegetal en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. *Bio-grafía escitos sobre la biología y su enseñanza*, 537-546. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301821889_APROXIMACION_A_LAS_CONCEPCIONES_ACERCA_DE_DIVERSIDAD_VEGETAL_EN_ESTUDIANTES_DE_OCTAVO_GRADO_DE_LA_INSTITUCION_EDUCATIVA_EUGENIO_FERRO_FALLA_CAMPOALEGRE_HUILA
- Guevara Hernández, C. J., & Ortiz Bolívar, K. V. (2016). Aprendizaje del proceso de nutrición en plantas a partir del diseño, implementación y análisis de una hipermedia educativa. 1-100. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10880/1/3467-0525576.pdf>
- Gutiérrez , J. M., Aguirre, J. C., Larrauri, J., Rodríguez de la fuente, J., San Pedro, L., Santiago, J., & Zaballa, M. (1996). *Ideas previas y educación ambiental*. Obtenido de http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/iraunkortasuna_hezkuntza/en_interven/adjuntos/publicaciones/IDEAS_PREVIAS_EA.PDF

- Jiménez Aleixandre, M. d., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., & De Pro, A. (2003). Enseñar ciencias. Barcelona, España: GRAO, de IRIF, S.L.
- Jiménez Llorente, R. M. (2016). Los seres vivos, las plantas: propuesta para 5° de primaria. 2-58. Obtenido de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4286/JIMENEZ%20LLORENTE%20C%20RAQUEL%20MONICA.pdf?sequence=1>
- Llorente Cámara, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de psicodidáctica*(9). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/175/17500911.pdf>
- Magdalena, A. A. (2016). Enseñanza del mundo vegetal en educación infantil. Propuesta didáctica: "Las plantas son seres vivos". 1-28. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18707/TFG-O%20793.pdf;jsessionid=5AE75B17C3535DB78ABEB05E773CAF8B?sequence=1>
- Martínez Rodríguez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Revista de la incorporación internacional para el desarrollo educativo*(8), 1-33. Obtenido de <http://www.cide.edu.co/doc/investigacion/3.%20metodos%20de%20investigacion.pdf>
- Martínez Rodríguez, K. V. (2011). Caracterización de las concepciones sobre biotecnología que poseen los estudiantes del proyecto curricular de licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. 1-83. Bogotá. D.C. Obtenido de Repositorio Universidad Pedagógica Nacional
- Melgarejo , L. M. (2010). *Experimentos en Fisiología Vegetal*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/8545/>
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales .
- Montoya Osorio, C. J. (2014). Propuesta de enseñanza para el aprendizaje del concepto de taxonomía biológica a través del proceso de indagación de la diversidad biológica de la flora en la Institución Educativa El Pedregal. 1-160. Medellín. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/48937/1/15516622.2015.pdf.pdf>
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: Un conjunto subyacente . Porto Alegre, Brasil.
- Nicolás, C., Menargués, A., Limanaña, R., Rey, A., Rosa- Cintas, S., & Martínez, J. (2017). Análisis y detección de las concepciones espontáneas sobre reproducción en plantas para la mejora en la enseñanza en educación primaria. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, (págs. 1003-1008). Sevilla. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/73007/1/2017_Nicolas_etal_EnsCiencias.pdf
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, XV(1), 15-29. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>

- Pineda, D. (2012). Conceptos verbales acerca de la importancia de las plantas para el mantenimiento del suelo en estudiantes de grado 8° de la IED. Ignacio Pescador del municipio de Choachí. Propuesta curricular. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
- Roca, W., & Mroginski, L. (1991). Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. Cali, Colombia.
- Salas, M. (2010). El semillero como estrategia pedagógica para enseñar el ciclo de vida de una planta con flores a estudiantes de quinto grado (9-12 años). Bogotá.
- Sarmiento Tobón, A., Méndez Mendoza, J., Useche Escobar, S., Martínez Moreno, P., & Guerrero Ramírez, H. A. (2012). El área de Ciencias de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá, D.C., Colombia. Obtenido de Semillero de Biotecnología- Colegio Cafam
- Tunjano, C. (1996). Obtención de plántulas a partir de explantes de tallo y hoja de *Chrysanthemum morifolium* var. Polaris, Polaris- yellow y Firebrand. . Bogotá. D.C. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional
- Urones , C., Escobar, B., & Vacas, J. M. (2013). Las plantas en los libros de conocimiento del medio de 2° ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(3), 329-352. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92028240003.pdf>
- Vargas Herrera, E. A., Tello Hernández, M. A., Rivera Cisneros, Y., & George Reyes, C. (s.f.). Catálogo de rúbricas para la evaluación dl aprendizaje. 1-43. Obtenido de http://evirtual.uaslp.mx/FCQ/estrategias/Material%20de%20Apoyo/cat_rubrica.pdf
- Velásquez Burgos, B., Remolina de Cleves, N., & Calle Márquez, M. G. (2013). Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios . *Revista de investigaciones UNAD*, 12(2), 23-41.
- Villalba Cuéllar , J. C., & González Serrano, A. (Edits.). (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*, 20(39), 9-10. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-182X2017000100001
- Zamora Roig, J., & Araya Ramírez, J. (1 de Julio de 2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación. *Ciencias de la información*, 3(2), 1-22.

ANEXOS

ANEXO 1. Rúbrica mapa mental

Valoración	2 puntos	1 punto	0 puntos	Total
Profundización del tema	Descripción clara y sustancial del tema y buena cantidad de detalles.	Descripción ambigua del tema, algunos detalles que no clarifican el tema.	Descripción incorrecta del tema, sin detalles significativos o escasos.	
Aclaración sobre el tema	Tema bien organizado y claramente presentado así como de fácil seguimiento.	Tema bien focalizado pero no suficientemente organizado.	Tema impreciso y poco claro, sin coherencia entre las partes que lo componen.	
Alta calidad del diseño	Mapa mental sobresaliente y atractivo que cumple con los criterios de diseño planteados, sin errores de ortografía.	Mapa mental sencillo pero bien organizado con al menos tres errores de ortografía.	Mapa mental mal planteado que no cumple con los criterios de diseño planteados y con más de tres errores de ortografía.	
Elementos propios del mapa mental	La imagen central se asocia correctamente con el tema, las ideas principales y secundarias se distinguen unas de otras y las palabras clave representan conceptos importantes. Las imágenes utilizadas son adecuadas.	La imagen central se asocia con el tema pero no se distinguen las ideas principales de las secundarias, las palabras clave no aportan una idea clara de cada concepto tratado y las imágenes no se relacionan con los conceptos.	La imagen central representa una idea o concepto ambiguo, las ideas principales y secundarias están mal organizadas y no cuenta con palabras clave. Las imágenes han sido mal seleccionadas porque no representan ideas relacionadas al tema.	
Presentación del mapa mental	La selección de los colores y la tipografía usada fueron atractivas, además el mapa se entregó de forma limpia en el formato que determinó el docente (papel o digital).	Los colores y la tipografía usada no permiten una correcta visualización del mapa aunque la entrega fue en el formato pre establecido.	Se abusó del uso de colores y tipografías y la entrega no se dio de la forma pre establecida por el docente.	
Calificación de la actividad				

Vargas et al, (s.f.). Catálogos de rúbricas para la evaluación de aprendizaje tomada de:
http://evirtual.uasp.mx/FCQ/estrategias/Material%20de%20Apoyo/cat_rubrica.pdf

ANEXO 2. Actividad de exploración

**ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN
MAPA MENTAL**

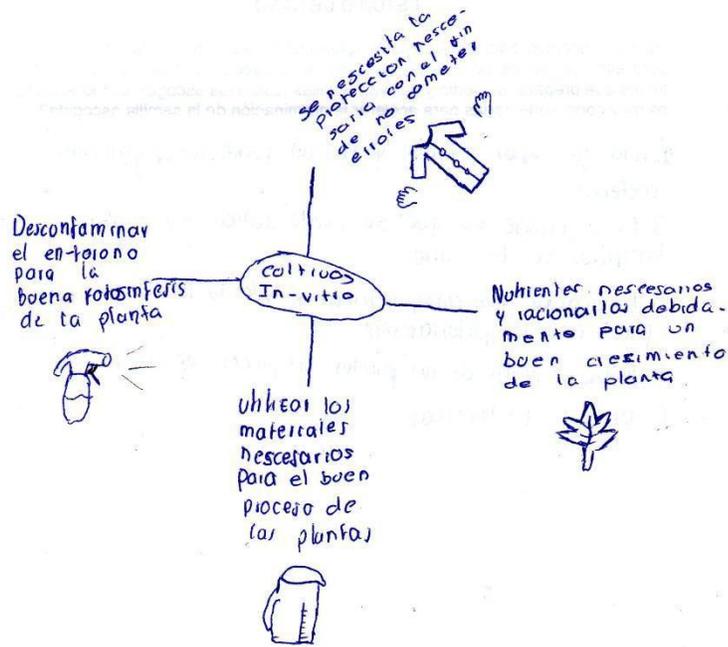
1. En esta actividad se debe realizar un mapa mental, esto con el fin de conocer los conocimientos previos sobre los factores que intervienen en el cultivo in vitro de tejidos.

¿Qué es un mapa mental?

Es la representación gráfica de un tema, idea o concepto, empleando dibujos sencillos; escribiendo palabras clave propias, utilizando colores, códigos, y flechas, de tal manera que la idea principal quede al centro del diagrama y las ideas secundarias fluyan desde el centro como la neurona o las ramas de un árbol (Buzan, 1996)

¿Cómo hacer un mapa mental?

1. Defina la idea central
2. Organice las sub-ideas o subtemas
3. Desglose esas sub-ideas o subtemas de la idea central
4. Relacione



**ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN
MAPA MENTAL**

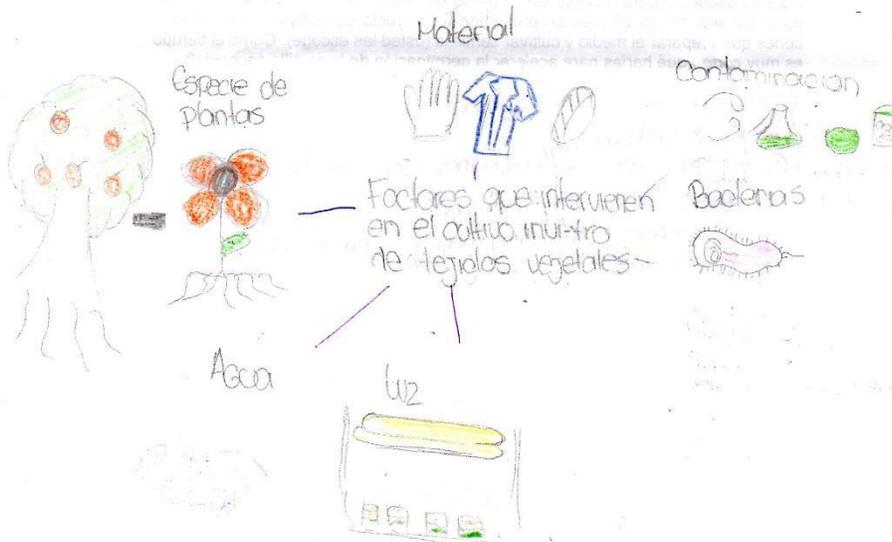
1. En esta actividad se debe realizar un mapa mental, esto con el fin de conocer los conocimientos previos sobre los factores que intervienen en el cultivo in vitro de tejidos.

¿Qué es un mapa mental?

Es la representación gráfica de un tema, idea o concepto, empleando dibujos sencillos; escribiendo palabras clave propias, utilizando colores, códigos, y flechas, de tal manera que la idea principal quede al centro del diagrama y las ideas secundarias fluyan desde el centro como la neurona o las ramas de un árbol (Buzan, 1996)

¿Cómo hacer un mapa mental?

1. Defina la idea central
2. Organice las sub-ideas o subtemas
3. Desglose esas sub-ideas o subtemas de la idea central
4. Relacione



es

ANEXO 3 y 4. Taller del laboratorio y respuesta estudio de caso

Nombre _____ Grado: 8D Fecha 4/16/2019

Actividad de práctica de laboratorio

1. Realizar el seguimiento de los medios y anotar los procesos fisiológicos que se vayan presentando tanto en el medio de cultivo (agentes contaminantes) como en la germinación de semilla.
2. ¿Por qué se deben realizar los protocolos de asepsia en las semillas antes de cultivarlas?
3. ¿Qué importancia tiene para usted aprender esta técnica?
4. ¿Cuál es la función de la composición del medio de cultivo?
5. ¿Qué importancia tienen y cuál es la función que cumplen las fitohormonas en las plantas?

ACTIVIDAD DE APLICACIÓN ESTUDIO DE CASO

Ha sido escogido para representar el grupo de biotecnología a una feria escolar, para ello sólo tienes 20 días en presentar su proyecto de cultivo in vitro. A esto tienes que preparar el medio y cultivar semillas (usted las escoge). Como el tiempo es muy corto ¿qué harías para acelerar la germinación de la semilla escogida?

Respuestas

- 2 Para evitar que el medio de cultivo se infecte
 - 3 Para evitar que se infecte el medio de cultivo y así la planta pueda crecer
 - 4 El medio de cultivo tiene azúcar para que la planta tenga energía para crecer
 - 5 Las fitohormonas ayudan a la planta a crecer más rápido
 - 6 Usaría fitohormonas
- ↳ Estimula la germinación y el alargamiento del tallo, también la maduración de las frutas

ANEXO 5. Formato de evaluación del módulo

FORMATO DE EVALUACIÓN (AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN)

Estudiante: _____ Fecha: _____

AUTOEVALUACIÓN (Pinte la carita según su desempeño)

Ítem			
	Bueno	Regular	Mal
Atiendo debidamente a las explicaciones			
Cuido el material de laboratorio			
Expreso mis dudas y opiniones			
Puntualidad			
Valoro el trabajo realizado por el profesor			
Realizo lectura independiente			
Manejo de conceptos			

AL FINALIZAR EL MÓDULO

¿Qué habilidades he desarrollado?

Empatía Pensamiento crítico

Liderazgo Compromiso

conceptos científicos Disciplina

Manejo de implementos de laboratorio.

COEVALUACIÓN: Trabajo en grupo (Marque con una X el nivel que considera pertinente)

1. Respeto
2. Comportamiento
3. Responsabilidad
4. Participación
5. Compañerismo
6. Solidaridad
7. Aporte de su trabajo individual
8. Proponer ideas y soluciones

MI VALORACIÓN

BAJO

MEDIO

ALTO

8

ANEXO 6. Formato de validación estudiantes

FORMATO VALIDACIÓN DEL ESTUDIANTE

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
 FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
 TRABAJO DE GRADO: Anyi Katerin Florian Ardila
 DIRECTORA: Silvia Rosy Gómez Daza

NOTA: Por ser un trabajo que aún no se ha sustentado ante el departamento de Biología, no se divulgará la Unidad didáctica hasta que sea aprobada por jurados y directora correspondiente.

A continuación se presenta el respectivo formato en donde deberá, evaluar aspectos de acuerdo a lo observado y trabajado en el desarrollo del módulo 2 "Factores que inciden en el crecimiento in vitro" en donde deberá asignar de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. Además, al final del formato encontrará una parte de sugerencias en la cual podrá establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO EVALUATIVO	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
Los conceptos expuestos son útiles para mi formación académica	5	Me ayuda a saber de la formación en Portugal que es muy importante
La organización de las actividades favorecen mis conocimientos	5	Me aprendido muchas cosas interesantes aquí
La actividad de estructuración (laboratorio) fue enriquecedora	5	esto ha sido más que una buena experiencia
La imagen presentada fue acorde al concepto trabajado	5	tiene mucho sentido
La metodología utilizada en la actividad de estructuración (laboratorio) fue pertinente para mi aprendizaje	5	si por lo que aprendí el cual me va a ayudar
La temática trabajada cumplió con mis expectativas	5	si por que si era lo que quería de muy interesante
Comprendí el concepto de fitohormonas	5	ya se de que son y que son
Fue lucrativa la experiencia en el laboratorio.	5	me motiva estar aquí y quiero venir siempre.

SUGERENCIAS

Que halla una forma de venir siempre



(Cada vez que voy al laboratorio)

ANEXO 7. Formato de validación docentes

FORMATO DE VALIDACION DOCENTE DE BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
 FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
 TRABAJO DE GRADO: Anyi Katerin Florian Ardila
 DIRECTORA: Silvia Rosy Gómez Daza

NOTA: Por ser un trabajo que aún no se ha sustentado ante el departamento de Biología, no se divulgará la Unidad didáctica hasta que sea aprobada por jurados y directora correspondiente.

A continuación se presenta el respectivo formato en donde deberá, evaluar aspectos de acuerdo a lo observado en la Unidad Didáctica: "Cultivemos nuestro conocimiento", en donde deberá asignar de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1 equivale al valor más bajo y 5 al valor más alto. Además, al final del formato encontrará una parte de sugerencias en la cual podrá establecer ideas o inquietudes para mejorar.

FORMATO EVALUATIVO	PUNTAJE	OBSERVACIÓN
1. CONTENIDO		
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a cada uno de los temas planteados.	5.0	los temas planteados se correlacionan, de manera permanente
La manera en que se exponen los temas facilitan la comprensión.	5.0	los estudios se exponen con facilidad la temática tratada
La presentación de contenidos en los módulos tienen una estructura adecuada.	5.0	los módulos presentan una organización prolija y acorde con las necesidades
Los esquemas e imágenes son claros y explicativos sobre el tema abordado.	5.0	la información presentada es clara e imágenes pertinentes
El desarrollo de los temas corresponde a los objetivos propuestos.	5.0	temas y objetivos se relacionan en forma acorde y adecuada
2. ASPECTOS FUNCIONALES		
La información que se presenta se encuentra actualizada.	5.0	la información es acorde con las últimas investigaciones
Se fomenta el desarrollo de las habilidades tanto cognitivas como procedimentales en las actividades planteadas.	5.0	se estructuran con los procedimientos de habilidades mentales y procedimentales
Las fuentes bibliográficas y referentes son visibles	5.0	las fuentes bibliográficas son evidentes

