

**UN PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES SOBRE CULTIVOS HIDROPÓNICOS
Y AEROPÓNICOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO
Y FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA INTEGRAL**

**KATHERINE LÓPEZ FERNÁNDEZ
KIMBERLY TATIANA SIMBAQUEVA BAQUERO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, 2018**

**UN PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES SOBRE CULTIVOS HIDROPÓNICOS
Y AEROPÓNICOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO
Y FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA INTEGRAL**

**KATHERINE LÓPEZ FERNÁNDEZ
KIMBERLY TATIANA SIMBAQUEVA BAQUERO**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
LICENCIADO EN QUÍMICA

Director:
YAIR ALEXANDER PORRAS CONTRERAS
Departamento de química

Codirector:
DIEGO MAURICIO ACERO SOTO
Departamento de electrónica

Línea de investigación:
Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, 2018**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre que contribuyó mediante su apoyo, paciencia, confianza y amor a la culminación de este ciclo. Quien ha estado incondicionalmente para guiarme y educarme, permitiéndome ser una mejor persona cada día.

Katherine López Fernández

A Dios por permitir cada aprendizaje a lo largo de este proyecto y a mis padres y a mi hermano por sus consejos, motivación, amor y constante apoyo, comprensión y acompañamiento, en todo el proceso.

Kimberly Simbaqueva

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por permitir hacer esto posible.

A la Universidad Pedagógica Nacional por contribuir a nuestro crecimiento tanto a nivel personal como profesional.


Al colegio Ramón de Zubiría por abrirnos las puertas de la institución, así como a los estudiantes que hicieron parte de esta investigación, por su participación y compromiso.

A los profesores Yair Porras, Diego Acero y Yesid Martínez por creer en el proyecto, orientarnos y apoyarnos durante la planeación, ejecución y culminación de este proceso.

A los profesores Rocio Cedeño y Manuel Erazo por sus aportes al trabajo, permitiendo culminarlo exitosamente.

A nuestra familia por acompañarnos de forma incondicional en la apertura y cierre de ciclos importantes de nuestras vidas.

Finalmente, a nuestros amigos y compañeros que nos acompañaron, escucharon y apoyaron motivándonos a culminar este proceso junto a ellos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 93	


1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Un programa guía de actividades sobre cultivos hidropónicos y aeropónicos como estrategia didáctica para el desarrollo y fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de educación media integral.
Autor(es)	López Fernández, Katherine; Simbaqueva Baquero, Kimberly Tatiana.
Director	Porras Contreras, Yair Alexander.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 90 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	HABILIDADES INVESTIGATIVAS; PROGRAMAS GUÍA DE ACTIVIDADES (PGA); ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN MEDIA INTEGRAL (EMI); CULTIVOS ALTERNATIVOS; HIDROPONÍA; AEROPONÍA; SOLUCIÓN NUTRITIVA (SN); LECHUGA ROMANA; POTENCIAL DE HIDROGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE); OXÍGENO DISUELTO (OD).

2. Descripción
<p>En este trabajo de grado se diseña e implementa un Programa Guía de Actividades (PGA) fundamentado en los cultivos alternativos, hidropónico y aeropónico, para promover en 25 estudiantes de grado décimo del programa de EMI de la I.E.D. Ramón de Zubiría, el fortalecimiento de las habilidades investigativas: Identificación de problemas, formulación de hipótesis, planteamiento de diseños experimentales, elaboración de análisis y emisión de conclusiones. Estas fueron caracterizadas con éxito y fortalecidas mediante la incursión de actividades de tipo individual, grupal y plenaria, destacando la elaboración de un diario de campo que demandó diversas visitas a la huerta, permitiendo llevar a cabo un registro del crecimiento y desarrollo de la Lechuga romana, así como un control del pH y CE de la solución nutritiva.</p>


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Extensión</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 93	

3. Fuentes

- Alpizar Antillón, L. (2004). Hidroponía cultivo sin tierra. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Barros Alberoni, R. (1997). Hidroponía: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo. São Paulo: Nobel.
- Barros, P. (20 de Mayo de 2017). La hidroponía. Obtenido de Biblioteca virtual universal: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88764.pdf>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Bernal Torres, C. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá: Pearson.
- Bizuet García, A. (Febrero de 2014). Tesis para obtener título de Ingeniero Mecatrónico "Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga simpson". Obtenido de UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3075/Tesis.pdf?sequence=1>.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas de los estudiantes: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencia. Revista de investigación y experiencias didácticas, 18(2), 155-169.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? Investigación en la escuela, 5-17.
- Cárdenas, C., & Zúñiga, L. (2016). Programa guía de actividades para el aprendizaje significativos de conceptos relacionadoa con las propiedades de los elementos químicos. Obtenido de Universdiad Pedagógica Nacional: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/281/TO-19296.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colegio Ramón de Zubiría I.E.D. (2017). Manual de convivencia. Recuperado el 3 de Enero de 2018, de Colegio Ramón de Zubiría I.E.D.: <http://ramondezubiria.edu.co/manual.php>
- Duque, R. (8 de abril de 2016). scribd. Obtenido de Conductividad eléctrica: <https://es.scribd.com/document/307473532/Conductividad-electrica-pdf>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Extensión</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 93	

- Dúran, J., Martínez, E., & Navas, L. (2000). Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía (I). Vida rural, 40-43.
- Escuela de Profesiones Técnicas. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de Instalaciones electrotécnicas: <http://www.pertiga.es/pdf/ie/ie34.pdf>
- FAO. (1999). Cuestiones de la agricultura urbana. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm>
- Fernandez Navarro, M. A. (16 de 05 de 2018). Repositorio Digital de la Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3130/pfc5030.pdf?sequence=1>
- Ferrés, C., Marbá, A., & Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 22-37.
- Forero, R., Parra, H., Luna, R., & Rivera, E. (2011). Agricultura urbana: Sistemas de implementación de cultivos hidropónicos. Universidad de América, 127-141.
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudi de caso sobre corrosión de metales en secundaria. Enseñanza de las ciencias, 33(2), 231-252.
- Gil Pérez, D., & Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. Investigación en la escuela, 3-12.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la epistemología de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Historia y epistemología de las ciencias, 197-212.
- Gilsanz, J. C. (2007). Hidroponía. Uruguay: INIA.
- Guisasola, J., Zubimendi, J., Almundí, J. M., & Ceberio, M. (2007). Propuesta de enseñanza en cursos introductorios de física en la universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados. Investigación didáctica, 25(1), 91-106.
- Hernández, R. (1991). Metodología de la investigación. México: Mc Graw-Hill.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 93	

Hierrezuelo, J. (1991). Una nueva generación de materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias: los programas guía de actividades. *Revista de educación*, 295, 463-486.

Machado Ramirez, E. F., & Montes de Oca Recio, N. (2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: ABSTI. *Humanidades Médicas*.

Machado Ramírez, E., & Montes de Oca Recio, N. (Abril de 2009). Las habilidades investigativas y la nueva Universidad: Terminus a quo a la polémica y la discusión. *Humanidades Médicas*, 9(1), 0-0. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100002

Machado Ramírez, E., Montes de Oca Recio, N., & Mena Campos, A. (2008). El desarrollo de habilidades investigativas como objetivo educativo en las condiciones de la universalización de la educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria*, 13(1), 156-180.


Martínez Daza, Y. (2017). Desarrollo de habilidades investigativas desde el modelo de aprendizaje por investigación: Un estudio en el contexto de la enseñanza de la química en la educación media. Bogotá, Colombia.

Martínez Gutierrez, G., Ortíz Hernández, Y., & López Pozos, R. (2012). Oxigenación de la solución nutritiva recirculante y su efecto en el tomate y la lechuga. *Fitotec*, 49-52.


Martínez Parra, D. J., Paz García, P. C., & Timaran Cabrera, C. H. (2014). La huerta escolar como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias de las ciencias naturales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los niños y niñas de tercer grado de la escuela corazón de maría. Obtenido de Universidad de Nariño: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90320.pdf>

Mesa, O. T. (2011). Modelo metodológico para desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes de la básica, media y media técnica. Medellín, Antioquia, Colombia.


Milacron Mexicana Sales. (1 de Noviembre de 2004). CIMCOOL. Obtenido de ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto?: <http://www.cimcool.ca/uploads/downloads/Porqueesimportanteeloxigenodisuelto.pdf>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Extensión</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 9 de 93	

- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. (Abril de 2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la Educación Superior: un acercamiento para su desarrollo. *Humanidades Médicas*, 9(1), 0-0. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100003
- Moreno Bayardo, M. G. (2005). Potenciar la educación. Un curriculum transversal de formación para la investigación. REICE. *Revista iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en educación*. Vol 3 N° 1, 520-540.
- Núcleo ambiental S.A.S. (2015). *Manual Lechuga*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & Pro, A. (2012). El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave. *Revista de investigación*, 20(87), 299-302.
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15-29.
- Pérez López, G., & Velásquez Angulo, C. (2013). *Huerto urbano sostenible*. Madrid: Mundiprensa.
- Peréz, C., & López, L. (1999). Las habilidades e invariantes investigativas en la formación del profesorado. Una propuesta metodológica para su estudio. *Pedagogía Universitaria*, 13-44.
- Ramírez Mora, I. A. (2014). Un modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación para el estudio de la ley de acción de masas, a través de un PGA con apoyo de las TIC. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/250>
- Restrepo Gómez, B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(53), 103-112.
- Robredo, P., Quiroga, M., & Echazú, R. (2001). Análisis comparativo de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos en invernadero. Salta: Universidad Nacional de Salta.
- Rojas Cárdenas, L. E., & Rojas Cortés, L. (2000). Exploración al diseño experiemetal. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 51-59.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 10 de 93	

- Ruiz Pérez, A. (2014). Habilidades científico-investigativas a través de la investigación formativa en estudiantes de educación secundaria. UCV - HACER: Revista de Investigación y Cultura, 16-30.
- Sanabria Suarez, D. (12 de Julio de 2006). Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas. Recuperado el 30 de Septiembre de 2017, de IDEAM:
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>
- Secretaría de educación pública. (13 de Mayo de 2017). Convenio de educación para la vida y el trabajo educambamba. Obtenido de PRODUCCIÓN DE JITOMATE MEDIANTE TÉCNICAS DE HIDROPONIA:
http://www.conevyt.org.mx/educambamba/guias_emprendizaje/SOLUCION_NUTRITIVA.pdf
- Tamir, P., Nussinovitz, R., & Friedler, Y. (2010). The desing and use of a practical test assessment inventory. Journal of biológicoal education, 37-41.
- Texier, W. (2013). Hydroponics for everybody. All about home horticulture. Paris: Mama Editions.
- Torres Tobías, A. (21 de Mayo de 2017). Aprendizaje basado en la invetigación Técnicas didácticas. Obtenido de Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes:
http://www.itesca.edu.mx/documentos/desarrollo_academico/Metodo_Aprendizaje_Basado_en_Investigacion.pdf
- Umbarila, X. (2014). Dificultades de aprendizaje del concepto de disolución: un análisis crítico de su enseñanza y una propuesta de mejora. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional:
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/82/TO-17734.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velazco, N. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de Microcontroladores:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontroladores.pdf>
- Vera Espitia, J. A. (2015). La huerta escolar como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas en la Intitución Educativa Maestro Pedro Nel Gómez. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/48064/1/80420453.2015.pdf>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Extensión</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 11 de 93	

4. Contenidos

El documento presenta 11 títulos, de los cuales los tres primeros presentan la introducción a la investigación, así como la importancia y objeto de esta. En los siguientes tres títulos se incluye una revisión de los antecedentes y del marco teórico en el ámbito pedagógico y disciplinar. El sexto título corresponde a la descripción de la metodología, la cual involucra el tipo de investigación, las fases designadas para su desarrollo, el diseño de las estructuras y el esquema de contenido y organización del PGA, siendo este la técnica de recolección de información empleada. El séptimo muestra el análisis de los resultados en tres fases: inicio, desarrollo y finalización, respecto a las 5 habilidades investigativas con base en los criterios de la rúbrica de evaluación. En el octavo título se mencionan las conclusiones de la implementación, dando respuesta a los objetivos de este. En el noveno se dan las recomendaciones que surgen a partir de la experiencia referente a la implementación del PGA y de la realización de los cultivos alternativos. En el décimo las referencias consultadas para el trabajo y finalmente en el onceavo se incluyen tres anexos dentro de los cuales se encuentran la rúbrica de evaluación, la categorización de las respuestas para cada actividad y como anexo externo el Programa Guía de Actividades (PGA) "Cultivos sin suelo".


5. Metodología

Es una investigación mixta y tiene un enfoque metodológico descriptivo-interpretativo el cual se encuentra direccionado al desarrollo de cinco habilidades investigativas mediante la implementación de un PGA sobre los cultivos alternativos, hidropónicos y aeropónico, y enmarcado en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación.

La población-muestra con la cual se desarrolló esta propuesta de investigación está conformada por 25 estudiantes, 16 mujeres y 9 hombres, que en el momento de la aplicación del PGA cursaban el grado décimo en el colegio de educación distrital Ramón de Zubiría e integraban el grupo tres del énfasis de "Biotecnología y transformación de alimentos". Esta investigación se ejecutó en tres fases que son:

Fase I: Fundamentación teórica.

Incluye la revisión de los antecedentes de carácter disciplinar así como los de carácter pedagógico y didáctico. Asimismo, también se exploran algunos conceptos relacionados con las soluciones nutritivas tales como el pH, la conductividad eléctrica

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 12 de 93	

(CE) y el oxígeno disuelto (OD), puesto que son los parámetros a los que más se hace alusión en el PGA “Cultivos sin suelo”.

Fase II: Diseño e implementación de la propuesta

Se llevó a cabo la construcción de las estructuras hidropónica y aeropónica con ayuda de los estudiantes, se diseñó e implementación del PGA cultivos sin suelo enfocado al fortalecimiento de cinco habilidades investigativas en un colegio de educación mixta localizado en Suba Rincón el cual se encuentra enmarcado dentro del Programa de Educación Media Integral. En esta fase también se realizó la rúbrica de evaluación.


Fase III: Interpretación y análisis de resultados

Se retoman los resultados obtenidos de la implementación del PGA y se designan a estos valores numéricos haciendo uso la rúbrica de evaluación diseñada. Luego, se estudia el grado de desarrollo alcanzado respecto a cada una de las habilidades investigativas.

6. Conclusiones

En relación con los objetivos propuestos se puede afirmar que las actividades de inicio del PGA cultivos sin suelo, permitieron caracterizar satisfactoriamente el nivel inicial de los estudiantes que cursan el programa de Educación Media Integral en la jornada tarde del colegio distrital Ramón de Zubiría, en torno a las cinco habilidades investigativas, demostrando niveles bajos de desarrollo con respecto a la habilidad de elaboración de conclusiones, seguido de la habilidad de formulación de problemas y diseño experimental, por lo tanto, los estudiantes en esta etapa no plantean conclusiones coherentes con el problema e hipótesis formulada, así como tampoco consiguen identificar hechos o situaciones problemáticas, plantear preguntas (Cañal, 2010) y diseñar experimentos que contribuyen a su resolución (Gil,1993).

Por su parte, las habilidades de formulación de hipótesis y elaboración de análisis son las que revelan tener un más alto grado de desarrollo, pues exhiben un mayor número de estudiantes en el nivel 2, lo cual coincide con la tendencia que presentan los estudiantes a aludir a ellas como parte de los pasos que utilizan para resolver un problema de investigación. Esto indica que, si bien los estudiantes plantean hipótesis que se relacionan con la problemática estas no son contrastables (Hernández, 1991), ni cuentan con un fundamento teórico (Cañal, 2012) que permita predecir los posibles resultados (Ferrés et al. 2015), en cuanto a la habilidad de análisis, se les dificulta

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación - Investigación - Extensión</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 13 de 93	

relacionar e interpretar los resultados obtenidos de la experimentación (Cañal, 2012) o de información suministrada.


Un aspecto que se correlacionó con los bajos niveles de desarrollo encontrados, radica en la baja participación de los estudiantes en proyectos de investigación, pues al ser carente la incursión de estrategias que propendan por el fortalecimiento de estos, se obstaculiza el desarrollo de las habilidades investigativas (Mesa, 2011).

Relativo a las actividades de desarrollo del PGA cultivos sin suelo, es importante resaltar que si bien en el trabajo grupal los estudiantes demuestran tener un mayor desarrollo frente a las cinco habilidades planteadas, para efectos de evaluar la incidencia de la implementación del PGA en relación a los objetivos trazados, es pertinente contrastar las actividades de inicio y finalización, puesto que el trabajar de forma grupal puede ocasionar que algunos estudiantes se sitúen dentro de un nivel al cual no pueden llegar de manera independiente sino únicamente mediante la colaboración ofrecida por sus compañeros más aventajados (Machado *et al.* 2009).

Por otro lado, se destaca que la implementación del PGA fundamentado en los cultivos alternativos, aeropónico e hidropónico, si favorece el desarrollo de las cinco habilidades investigativas ubicando en el primer lugar a la habilidad de formulación de hipótesis en la cual se consiguió que el 92% de la población-muestra, correspondiente a 23 estudiantes, ascendiera 1, 2 o 3 niveles de desarrollo, lo cual se traduce a que al inicio de la implementación los estudiantes presentaban dificultad para exponer sus ideas manteniendo una relación con el problema, mientras que, al finalizar el PGA consiguen hacerlo de forma clara prediciendo y estableciendo conjeturas contrastables (Hernández, 1991), aunque sin los referentes teóricos apropiados.

En el segundo lugar se ubica la habilidad de análisis, de la cual se destaca que disminuyó significativamente el número de estudiantes que se encontraba en el nivel 1, incrementando el número de estos en los niveles 3, 4 y 5, denotándose un avance significativo de desarrollo puesto que ahora organizan e interpretan los resultados obtenidos estableciendo relaciones entre ellos (Cañal, 2012) y enfocándose en el problema declarado.

En torno a la habilidad de elaboración de conclusiones, tercera en la lista de fortalecimiento, se encuentra que después de la implementación de la propuesta los estudiantes demuestran seguir un hilo conductor coherente que les permite inferir a partir de los procesos y datos información pertinente para emitir una conclusión, dando

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 14 de 93	

respuesta a la pregunta problema (Pérez & López, 1999) y manteniendo una relación con las conjeturas iniciales.

Respecto a la habilidad de identificación y/o formulación de problemas se observa que los estudiantes lograron plantear preguntas sencillas que se relacionan parcialmente con el problema a resolver, pero sin reconocer los motivos que conllevan a este (Cañal, 2012). Ya en relación al diseño experimental, el cual pese a ser la habilidad menos fortalecida referente al número de estudiantes que lograron subir de nivel, encuadra a aquellos que pudieron alcanzar el criterio más alto establecido en la rúbrica de evaluación, en el cual logran diseñar y realizar experimentos para resolver el problema de investigación (Gil, 1993) y contrastar las hipótesis propuestas (Tamir et al., 2010).

Finalmente, se destaca que un aspecto que contribuyó al cumplimiento de los objetivos fue el construir con los estudiantes los montajes de cultivos alternativos, aeropónico e hidropónico, así como llevar un control del crecimiento y desarrollo de la lechuga romana y de la solución nutritiva respecto a los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto óptimos para dicho cultivo, puesto que ello los acerca más a las problemáticas que se exponen en el Programa Guía de Actividades.

Elaborado por:	López Fernández, Katherine; Simbaqueva Baquero, Kimberly Tatiana.
Revisado por:	Porras Contreras, Yair Alexander

Fecha de elaboración del Resumen:	08	06	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	21
JUSTIFICACIÓN	22
1. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	24
2. OBJETIVOS.....	26
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
2.2. ESPECIFICOS	26
3. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	27
3.1. ANTECEDENTES DE CARÁCTER PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO	27
3.1.1. Los programas guía de actividades	27
3.2. ANTECEDENTES DE CARÁCTER DISCIPLINAR.....	28
3.1.2. Aspectos históricos de los cultivos alternativos	28
3.1.3. Trabajos realizados a nivel local, nacional e internacional en torno a los cultivos alternativos.	29
4. MARCO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO	32
4.1. LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN.....	32
4.2. LOS PROGRAMAS GUÍA DE ACTIVIDADES	33
4.3. HABILIDADES INVESTIGATIVAS	35
4.4. METODOLOGÍA MIXTA DE INVESTIGACIÓN.....	37
5. MARCO DISCIPLINAR.....	39
5.1. TÉCNICAS DE CULTIVO SIN SUELO	39
5.1.1. Hidroponía	39
5.1.2. Aeroponía.....	40
5.2. SOLUCIONES NUTRITIVAS	42
5.2.1. El oxígeno disuelto	42
5.2.2. El pH	43
5.2.3. La conductividad eléctrica.....	44
5.3. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN.....	44
6. METODOLOGÍA	46
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
6.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	46

6.3.	FASES DE LA METODOLOGÍA	46
6.3.1.	<i>Construcción de las estructuras de cultivo alternativo</i>	47
6.3.2.	<i>Técnica de recolección de información</i>	55
7.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	56
7.1.	ACTIVIDADES DE INICIO	56
7.2.	ACTIVIDADES DE DESARROLLO	66
7.3.	ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN.....	72
8.	CONCLUSIONES.....	81
9.	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFÍA.....	86
	ANEXOS	91
	ANEXO 1. Rúbrica de evaluación para la categorización de las respuestas dadas por los estudiantes basada en Ferrés et al. (2015).....	91
	ANEXO 2. Categorización de las respuestas dadas por los estudiantes a las diferentes actividades del PGA cultivos sin suelo los estudiantes mediante la utilización de la Rúbrica de evaluación..	92

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Formas de realizar investigación en el aula	32
Tabla 2 Actividades de inicio, desarrollo y finalización de un PGA.....	35
Tabla 3 Ventajas y desventajas de la hidroponía.....	40
Tabla 4 Componentes electrónicos.....	49
Tabla 5 Componentes mecánicos de la estructura aeropónica.....	51
Tabla 6 Componentes estructural del sistema aeropónico.	52
Tabla 7 Caracterización de los estudiantes frente al dominio de las cinco habilidades investigativas en la fase de inicio.....	61
Tabla 8 Nivel de los estudiantes frente a las cinco habilidades investigativas al inicio y finalización del programa guía de actividad.....	72
Tabla 9 Ascenso o descenso de los niveles de desarrollo de las habilidades investigativas por parte de la población-muestra visto a lo largo de la implementación del PGA Cultivos sin suelo.	74
Tabla 10 Nivel en el que se encontraban los estudiantes al iniciar y finalizar el PGA.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Desarrollo radicular de Lechuga romana 20 días después de disponer la plántula en la estructura hidropónica construida.	40
Figura 2 Desarrollo radicular de Lechuga romana 20 días después de disponer la plántula en la estructura aeropónica construida.....	41
Figura 3 Estructura hidropónica.....	47
Figura 4 Estructura hidropónica: diseño y medidas.....	48
Figura 5 Estructura aeropónica: diseño y medidas.....	48
Figura 6 Tarjeta electrónica.	49
Figura 7 Componente mecánico, vista superior.	50
Figura 8 Componente mecánico, vista inferior.....	50
Figura 9. Botellas plásticas: componente estructural.....	52
Figura 10 Componente mecánico unido al componente estructural.....	52
Figura 11. Filtros conectados al tanque contenedor de la solución nutritiva.	52
Figura 12 Filtros de la estructura dispuestos en los embudos y en el tanque de la solución nutritiva.	53
Figura 13 Bomba impulsadora de la solución nutritiva.	53
Figura 14 Cultivo hidropónico de lechuga romana, en la fase de inicio (izquierda) y desarrollo (derecha) de la propuesta, realizado en el colegio distrital Ramón de Zubiría.	53
Figura 15 Cultivo aeropónico de lechuga romana, en la fase de inicio (izquierda), desarrollo (centro) y finalización (derecha) de la propuesta, realizado en el colegio distrital Ramón de Zubiría.	54
Figura 16 Estructura del Programa Guía de Actividades: cultivos sin suelo	55
Figura 17 Visualización de videos introductorios a los cultivos alternativos	57
Figura 18 Respuestas dadas por los estudiantes (E13 y E21) a la pregunta 1 de la actividad 2. ¿Qué es investigar? ¿Cuáles son las habilidades necesarias para llevar a cabo una investigación? .	57
Figura 19 Respuestas dadas por los estudiantes (E6 y E24) a la pregunta 2 de la actividad 2. ¿Has participado alguna vez en un proyecto de investigación?.....	58
Figura 20 Respuestas dadas por los estudiantes caracterizados en los niveles 1 y 2 (E21 y E5) a la pregunta 1 de la actividad 3 la cual forma parte de la fase inicial del PGA. Identifica la problemática principal y escríbela a continuación en forma de pregunta	62
Figura 21 Hipótesis formulada por el estudiante E10 en la actividad 3 categorizada dentro del nivel 2, en donde se enmarca el más alto porcentaje de estudiantes equivalente al 48%.	63
Figura 22 Diseño experimental propuesto por el estudiante E25 para comprobar la veracidad de la hipótesis formulada, el cual se encuentra categorizado dentro del nivel 1. La pregunta e hipótesis que planteo en esta actividad fue: a.) ¿por qué los suelos ya no tienen nutrientes? (nivel 2) b.) Buscar la manera en que los suelos vuelvan a tener todos los nutrientes necesarios para sembrar (nivel 1).....	64

Figura 23 Análisis elaborado por los estudiantes E18 y el E7 sobre la problemática de cultivos de papa, maíz y trigo que se estaba presentando en Granada (Cundinamarca). Los niveles ejemplificados son 1 y 2.....	64
Figura 24 Respuesta del estudiante E14 frente a la pregunta 5 de la actividad 3, enfocada a la habilidad de concluir. El nivel ilustrado corresponde al de más baja denominación en la rúbrica.	65
Figura 25. Evidencias del diario de campo de los estudiantes E18 E1 y E8.	67
Figura 26 Registro fotográfico de algunas actividades desarrolladas a nivel grupal.....	71

LISTA DE GRÁFICAS;Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Gráfica 1 Participación de los estudiantes en proyectos de investigación.	58
Gráfica 2 Número de habilidades a las que los estudiantes acuden para resolver problemas y que se relacionan con las estudiadas en esta investigación.	59
Gráfica 3 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.	60
Gráfica 4 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.	61
Gráfica 5 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.	66
Gráfica 6 Desarrollo de las habilidades investigativas mediante actividades individuales	68
Gráfica 7 Desarrollo de las habilidades investigativas mediante actividades grupales.....	68
Gráfica 8 Ascenso o descenso de los niveles de desarrollo de las habilidades investigativas por parte de la población-muestra visto a lo largo de la implementación del PGA Cultivos sin suelo.....	73
Gráfica 9 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de hipótesis.....	75
Gráfica 10 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de análisis.....	76
Gráfica 11 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de Concluir.	77
Gráfica 12 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de identificación y/o formulación de problemas.....	78
Gráfica 13 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de diseño experimental.	78
Gráfica 14 comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de diseño experimental.	80

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se evidencia el diseño, aplicación y evaluación de un Programa Guía de Actividades (PGA) efectuado con estudiantes pertenecientes al programa de Educación Media Integral de la I.E.D. Ramón de Zubiría, de la ciudad de Bogotá, como una estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades investigativas, partiendo de situaciones problemáticas que se presentan durante la implementación de algunas técnicas de cultivo alternativo.

Inicialmente, se construyeron dos estructuras de cultivo sin suelo con la participación de los estudiantes, una aeropónica y otra hidropónica, y se dispuso en ellas una hortaliza de ciclo vegetativo corto que es particularmente la lechuga romana. Esta creció y se desarrolló mediante el suministro de solución nutritiva, haciendo posible realizar un control periódicamente de variables como el pH y la Conductividad eléctrica (CE), como una forma de involucrar a los estudiantes en trabajos investigativos que propendan por el fortalecimiento de las cinco habilidades investigativas de interés.

Por otra parte, es preciso señalar que el Programa Guía de Actividades (PGA) planteado se encuentra sustentado en problemáticas que se hicieron evidentes en el transcurso del Trabajo de investigación. En este se incluyen tres modalidades de trabajo que sitúan a los estudiantes en el centro del proceso y donde el profesor juega un papel de orientador y facilitador del aprendizaje (Cárdenas & Zúñiga, 2016).

JUSTIFICACIÓN

Una manera de integrar el conocimiento y favorecer el autoaprendizaje constante es mediante el desarrollo de habilidades investigativas, puesto que, como lo argumenta Machado, Montes de Oca & Mena (2008), contribuyen a solucionar contradicciones latentes en el campo científico, así como a actualizar metódicamente los conocimientos. En este sentido, aprehender y asimilar teorías y conceptos no es suficiente para promover actitudes que apunten a la solución científica de los problemas que acontecen en el entorno, sino que también es indispensable el desarrollo de habilidades investigativas.

Desde este punto de vista, es importante incorporar procesos de investigación en el ámbito educativo, y en virtud de ello, una forma de hacerlo es por medio de la huerta escolar, ya que de acuerdo con Vera (2015), esta “sirve como estrategia didáctica para desarrollar en los estudiantes (...) las capacidades de observación, exploración e investigación” (p. 14) encaminadas a la naturaleza y a los procesos que ocurren en ella así como a su relación con el ser humano, logrando enriquecer las formas de aprender, enseñar, interactuar y comprender el entorno.

Actualmente, las técnicas de cultivo no convencionales se muestran como una solución a la notable disminución de territorios agrícolas, problema que ha sido ocasionado principalmente por la creciente contaminación, el calentamiento global, el incremento de tierras infértiles y el crecimiento desmedido de las zonas urbanas. En consecuencia, vale la pena realizar procesos de investigación en este campo, como por ejemplo, la implementación de sistemas aeropónicos e hidropónicos como técnicas alternativas de cultivo, debido a que logran suplir algunas dificultades presentadas en los cultivos convencionales, tales como la medición de agua y nutrientes disponibles en el suelo, el incremento de agentes patógenos, el largo tiempo de cosecha y el elevado consumo de agua de riego.

De hecho, la hidroponía ha sido una técnica estudiada e implementada en algunos colegios a través del PRAE (Proyecto Educativo Ambiental Escolar) como estrategia para articular la investigación en la escuela. En cuanto a la aeroponía, es un sistema que en Colombia se ha efectuado principalmente a escala industrial, por lo que su implementación además de resultar innovadora en el ámbito educativo puede servir de base para futuras investigaciones escolares, ya que al ser una técnica poco trabajada da cabida a múltiples situaciones problemáticas a lo largo del proceso de estudio, lo que puede ser positivo para el fortalecimiento de las habilidades investigativas en los estudiantes.

Asimismo, la Educación Media Integral (EMI) también permite fomentar los procesos de investigación en el aula, especialmente en instituciones de carácter distrital y, al igual que el PRAE, ha sido creada con el objetivo de fortalecer el sistema educativo (Colegio Ramón de Zubiría I.E.D., 2017), sin embargo hasta el momento no se conocen proyectos que involucren técnicas de cultivo alternativo.

En concordancia con lo anterior, una de las razones por las cuales se eligió la I.E.D. Ramón de Zubiría tiene que ver con considerarse uno de los colegios actualmente cobijados por el programa de EMI, así como el ofertar un énfasis en “Biotecnología y transformación de alimentos” el cual incluye la elaboración de un proyecto emprendedor que se vincula con el presente estudio. Es por ello, que el fortalecer las habilidades investigativas a principio de grado décimo además de ser útil en su formación brinda una base que se articula con la elaboración del anteproyecto y la ejecución del mismo en grado undécimo.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta propuesta se fundamenta en el aprendizaje por investigación y pretende que el estudiante a través de su participación activa en el aula, desarrolle actitudes propias del quehacer científico como la identificación de problemas, el planteamiento de hipótesis, la creación de un diseño experimental, la construcción de análisis y, por último, la elaboración de conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Entre los aspectos que limitan los procesos investigativos en la escuela, se encuentra la falta de tiempo dedicado por los estudiantes para investigar, así como de los docentes para brindar su asesoramiento en el campo (Ruíz, 2014). Asimismo, la investigación en la educación secundaria se limita a trabajos de consulta, puesto que prevalece el supuesto de que los estudiantes deben realizar investigación únicamente a partir de su ingreso a la universidad. En este sentido, aquellos que no logran acceder a la educación superior difícilmente consiguen desarrollar habilidades investigativas, como una herramienta que les permite aplicar los conocimientos para analizar y reflexionar la realidad que los circunda. Por ello, como lo expresa Bernal (2010), es importante realizar investigación en todos los niveles de enseñanza para contribuir a una mejor calidad de vida.

Respecto al profesorado, otro obstáculo que se hace evidente en la investigación en la escuela, es que este al ser especialista de su materia, siente un apego por todos los contenidos temáticos y es receloso por la mutilación de los mismos (Hierrezuelo, 1991) aunque estos no se adapten al nivel cognitivo de los estudiantes, lo que le dificulta tomar la iniciativa de llevar a cabo programas guía de actividades que, si bien no logran abarcar todo el contenido temático que él quisiera, permiten articularlo con la investigación y conseguir un aprendizaje significativo.

En la mayoría de los casos, un programa guía de actividades pretende conseguir un cambio conceptual, no obstante, en muchas ocasiones estos no incluyen el estudio de las ideas iniciales de los estudiantes frente al tema, lo que impide demostrar la incidencia del mismo en los objetivos trazados. De la misma manera, usualmente los contenidos ahondados no son correctamente secuenciados, es decir, no mantienen un hilo conductor apropiado, dificultando a los estudiantes conseguir la aprehensión de los conceptos científicos que se quieren enseñar. Adicionalmente, como lo destacan Campanario y Otero (2000), los estudiantes desconocen tener ideas equivocadas sobre los contenidos de aprendizaje o que las

estrategias que ellos utilizan para aprender no son las más adecuadas para lograr este fin.

En consecuencia, surge como interrogante ¿Qué incidencia tiene la implementación de un PGA, enmarcado en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación y fundamentado en los cultivos alternativos, con el fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de Educación Media Integral?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Fortalecer habilidades investigativas en estudiantes del colegio Ramón de Zubiría pertenecientes a la Educación Media Integral mediante un programa guía de actividades (PGA) enfocado al estudio comparativo de algunas técnicas de cultivo alternativo.

2.2. ESPECIFICOS

- Caracterizar el nivel inicial de los estudiantes en torno a las habilidades investigativas mediante la aplicación de una prueba diagnóstica.
- Diseñar e implementar un programa guía de actividades sobre cultivos alternativos para promover el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes.
- Evaluar el impacto de la implementación del programa guía de actividades en el fortalecimiento de las habilidades investigativas.

3. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

3.1. ANTECEDENTES DE CARÁCTER PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO

3.1.1. Los programas guía de actividades

En el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación se utilizan frecuentemente estrategias didácticas como lo son los Programa Guía de Actividades, los cuales contienen propuestas investigativas que involucran al estudiante, a la vez que facilitan la labor del docente en la enseñanza del aprender a aprender. A continuación, se expone un trabajo realizado a nivel local que involucran la implementación de PGA para el desarrollo de habilidades investigativas.

A nivel local

Título: Desarrollo de habilidades investigativas desde el modelo de aprendizaje para la comprensión: Un estudio en el contexto de la enseñanza de la química en la educación media (Martínez, 2017)

En esta tesis se plantea como objetivo fundamental el desarrollo de 7 habilidades investigativas que son planteamiento de problemas, observación, medición, diseños experimentales, predicción e hipótesis, relación entre variables y elaboración de conclusiones, todo esto a través de modelo de aprendizaje por investigación visto desde el contexto de enseñanza de la química. Cabe resaltar que esta propuesta fue aplicada con 20 estudiantes del Programa de Educación Media Integral del colegio distrital Ramón de Zubiría lugar donde fue desarrollada la propuesta que se plantea en el presente trabajo.

Como resultado de la investigación se obtiene que los estudiantes presentan un nivel variado en el dominio de las 7 habilidades de estudio ubicándose en un nivel superior la predicción e hipótesis, en un nivel intermedio la identificación de

problemas, diseños experimentales y elaboración de conclusiones y, en cuanto a la habilidad de relación entre variables, se destaca que fue la que tuvo un menor desarrollo al ubicarse en un nivel básico. Por lo cual, se concluye que el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación si contribuye al desarrollo de las 7 habilidades investigativas de la población-muestra puesto que se obtiene que 4 de estas subieron de nivel.

3.2. ANTECEDENTES DE CARÁCTER DISCIPLINAR

3.1.2. Aspectos históricos de los cultivos alternativos

Dentro de los cultivos implementados en la agricultura urbana se destacan el hidropónico y el aeropónico. El primero, se cree que remonta sus orígenes a la antigua Babilonia (600 a. C), con los jardines flotantes, que eran jardines dispuestos de forma escalonada en terrazas de piedra, donde las plantas eran regadas utilizando un sistema de noria, el cual subía el agua desde el río Éufrates hasta el lugar más alto del jardín y por gravedad, se distribuía por todas las terrazas (Beltrano & Gimenez, 2015). No obstante, esto no es del todo cierto, puesto que, según Texier (2013) a pesar de que las plantas tenían un flujo contante de agua que bañaba sus raíces, los canales donde éstas crecían estaban llenos de tierra.

Por otro lado, otras fuentes defienden que los aztecas (1100) fueron los pioneros de la hidroponía en territorio americano, y que la utilizaron como sistema de producción y supervivencia a orillas del Lago Tenochtitlán (México). Para ello, construyeron balsas con tallos de caña y maíz (Chinampas), donde colocaban la tierra que dragaban del fondo del lago. Cabe señalar que, éstos atravesaban las balsas con escalones de sauce para que las raíces de las plantaciones crecieran hasta tierra firme y se anclarán en el fondo del lago (Beltrano & Gimenez, 2015) formando pequeñas “islas”.

Estas islas flotantes eran entonces utilizadas para producir cultivos alimenticios. Las plantas obtenían su nutrición tanto del lodo como de las raíces bajo el agua. Los lagos eran muy ricos en sales disueltas; el agua estaba fresca y bien oxigenada (Texier, 2013, p. 17)

Texier (2013) también afirma que en 1860, los científicos alemanes Julius Von Sachs y Knop elaboraron lo que se conoce como la primera solución nutritiva para cultivo de plantas, mediante la cual, por experimentaciones de ensayo y error, descubrieron qué elementos eran esenciales para el crecimiento de las plantas y cuáles no lo eran. Prontamente, en la década de 1920, tiene comienzo la hidroponía moderna, con William Frederick Gericke, quién fue el primero en incursionar el cultivo en agua al comercio. De hecho, en esta época tuvo lugar muchos descubrimientos científicos, entre los que cabe citar la invención de la técnica aeropónica por el Dr. Franco Massantini en la Universidad de Pia (Italia), quien utilizó columnas de cultivo con perforaciones en las paredes donde disponía las plantas, en las cuales, las raíces se encontraban expuestas al aire por largos periodos de tiempo y en ausencia de luz (Dúran, Martínez, & Navas, 2000), siendo alimentadas por nutrientes minerales disueltos en agua (solución nutritiva), suministrados en forma de aspersión.

El empleo de cultivos sin suelo para la producción de alimentos a gran escala se dio oficialmente en 1936, como respuesta a los experimentos realizados por William Frederick Gericke y J.R. Travernetti con el cultivo de tomate en solución nutritiva, despertando el interés de grandes empresas comerciantes, científicas y agrónomas, consiguiendo su expansión a países como Estados Unidos, Europa, Israel, México, India, Japón, entre otros (Beltrano & Gimenez, 2015).

3.1.3. Trabajos realizados a nivel local, nacional e internacional en torno a los cultivos alternativos.

A continuación, se exponen algunos trabajos o proyectos que han sido desarrollados a nivel local, nacional e internacional y que se relacionan directa o indirectamente con el tema abordado en este trabajo. Cada uno de los proyectos enunciados, abarca problemáticas ambientales que son utilizadas para promover procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias:

A nivel local

Título: Agricultura urbana: sistemas de implementación de cultivos hidropónicos (Forero, Parra, Luna & Rivera, 2011)

En este artículo se exponen algunos sistemas de cultivo hidropónico como una alternativa viable de siembra en zonas urbanas. Esto en vista de que requiere una menor cantidad de espacio y agua, debido a que es posible cultivar verticalmente y utilizar sistemas recirculantes de riego.

Como resultado de la investigación, se encontró que el sistema aeropónico es uno de los más eficientes al no requerir preparación de sustratos, no obstante, presenta un inconveniente y es que requiere de una estructura cerrada que impida que los nutrientes en solución se pierdan.

A nivel nacional

Título: La huerta escolar como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias de las ciencias naturales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los niños y niñas de tercer grado de la Escuela Corazón de María (Martínez, Paz, & Timaran, 2014)

En este estudio se detectaron algunas falencias en el área de Ciencias Naturales en el grado tercero de la Escuela Corazón de María, remontando su causa a la falta de estrategias que promueven el desarrollo de competencias, en la enseñanza y aprendizaje en ésta área del conocimiento, así como la dificultad que manifiesta el docente de enseñar a estudiantes de diferentes edades y niveles educativos, con condiciones económicas, sociales, culturales y familiares bastante precarias.

Bajo dichas circunstancias, no existe una articulación entre la teoría y la asimilación de conceptos por parte del estudiante, que podría experimentar “mediante la indagación, formulación de preguntas e hipótesis que hacen parte de una construcción tanto conceptual como práctica de un aprendizaje” (p. 2) permitiendo una comprensión más amplia de la naturaleza y de la incidencia del hombre en ella.

Afortunadamente, la implementación del proyecto permitió la participación de padres de familia, docentes y estudiantes, facilitando el desarrollo de competencias específicas, permitiendo relacionar diferentes temáticas y articularlas con otras áreas de conocimiento.

A nivel internacional

Título: Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga Simpson (Bizuet, 2014)

Esta tesis fue efectuada en México y surgió con el objetivo de dar a conocer las aplicaciones de ingeniería en hidroponía, destacándose la implementación de sensores para medir variables ambientales de un invernadero hidropónico, tales como: temperatura del aire y de la solución nutritiva, humedad relativa, iluminación, concentración de CO₂ en el aire, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto de la solución nutritiva.

Como conclusión de la investigación, se encontró que llevar un registro de datos ayuda a evaluar más acertadamente el estado de la hortaliza (lechuga Simpson) dentro de un invernadero hidropónico. Por lo tanto, se afirma que “el sistema de monitoreo hidropónico para lechuga Simpson en raíz flotante puede ser utilizado en distintas técnicas de la hidroponía” (p. 79).

4. MARCO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO

4.1. LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN

La enseñanza y aprendizaje por investigación es un modelo que sitúa a los estudiantes en el centro del proceso, para que a través de las temáticas abordadas estos puedan desarrollar habilidades que les facilite identificar, formular y resolver problemas. De hecho, en este enfoque el profesor juega un papel muy importante y es la construcción de actividades interesantes que posibiliten enganchar a los educandos en el proceso de aprendizaje, para de esta manera impulsar la construcción del conocimiento y fomentar actitudes hacia la investigación.

Para ello, es indispensable valorar todo el proceso investigativo, y no solo el producto (Torres, 2017), puesto que las ideas previas de los estudiantes cambian con el tiempo (Salcedo y García 1995, citados por Ramírez, 2014) y las actividades deben adaptarse en consecuencia.

Por otro lado, de acuerdo con Restrepo (2009), existen tres principales formas de realizar investigación en el aula y, en este caso, han sido tenidas en cuenta para el desarrollo del trabajo investigativo.

Tabla 1 Formas de realizar investigación en el aula

Investigación del maestro...	Finalidad	Etapas de la metodología
sobre sí mismo, sobre su práctica	Examinar críticamente su propia práctica y transformarla positivamente de tal forma que los estudiantes logren niveles superiores de aprendizaje.	<ol style="list-style-type: none">1. Reflexión sobre el objeto de estudio y búsqueda de información que permita señalar fortalezas y debilidades.2. Diseño y ejecución de acciones que permitan mitigar las debilidades de la práctica.3. Análisis de la incidencia o efectividad de la práctica.

sobre los estudiantes	Diseñar y aplicar estrategias encaminadas a la valoración continua del desempeño de los estudiantes, más allá de la revisión de trabajos y exámenes, para tomar decisiones de retroalimentación y mejoramiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reflexión sobre lo que ocurre con los estudiantes durante la clase, como las dificultades en el aprendizaje y la convivencia. 2. Interpretación de lo observado sobre los estudiantes. 3. Toma de medidas que propendan una solución.
con los estudiantes	Llevar a cabo el acompañamiento de los procesos investigativos de los estudiantes, alentándolos a formular preguntas e intentar resolverlas a través de una metodología científica, de modo que los estudiantes aprendan a investigar investigando.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planteamiento de macro-proyectos de investigación y vinculación de los estudiantes mediante el desarrollo de sub-proyectos relacionados. 2. Asesoramiento en el desarrollo del trabajo investigativo. Incluye: delimitación del problema objeto de estudio, comprensión de conceptos básicos relacionados con el problema, elaboración del cronograma tentativo e instrumentos de recolección de datos, documentación, formulación de hipótesis, sistematización de resultados, valoración de lo realizado y complementación por parte del docente.

Fuente: Adaptado de Restrepo (2009)

4.2. LOS PROGRAMAS GUÍA DE ACTIVIDADES

En este trabajo de investigación, los programas guía de actividades (PGA) son considerados una estrategia didáctica que permite a los estudiantes afianzar sus conocimientos conceptuales en lo referente a las soluciones nutritivas al tiempo que fortalecen algunas habilidades investigativas lo cual, de acuerdo con Umbarila (2014), exige al docente asumir el papel de orientador y facilitador del aprendizaje de contenidos mediante la construcción de actividades que propendan el desarrollo

de habilidades tanto cognitivas como procedimentales y actitudinales. Por tanto, se hace necesario realizar *“una constante evaluación de la viabilidad de cada actividad, de las actividades en su conjunto y del avance de los estudiantes”* (Cárdenas & Zúñiga, 2016, p.45)

Por otra parte, como lo argumenta Cárdenas y Zúñiga (2016), los PGA tienen una ventaja y es que evitan que el docente caiga en la improvisación, ya que estos incluyen una planeación detallada y oportuna. Asimismo, también favorecen la conformación de pequeños grupos de trabajo y el intercambio de información, con la participación y creatividad que demanda el abordaje de situaciones problemáticas. Cabe señalar, que en este proceso es indispensable que haya un adecuado ordenamiento de las actividades y que el profesor realice aclaraciones particulares que complementen el trabajo realizado por los estudiantes.

En términos generales, un PGA implica, por un lado, emplear estrategias que permitan realizar una caracterización cualitativa de los estudiantes en lo que concierne al tema de estudio y, por otro, llevar al aula actividades que posibiliten la introducción de conceptos de manera funcional, el desarrollo de habilidades inherentes de la metodología científica y la aplicación de los conocimientos adquiridos, con la consecuente formulación de nuevas situaciones problemáticas que permita profundizar en los conocimientos (Guisasola, Zubimendi, Almundí, & Ceberio, 2007), las cuales se encuentran organizadas en actividades de inicio, desarrollo y finalización (Ramírez, 2014). Los fines específicos de cada una se detallan a continuación:

Tabla 2 Actividades de inicio, desarrollo y finalización de un PGA

Actividades		
Inicio	Desarrollo	Finalización
<p>Se plantea la temática de interés resaltando su importancia, novedad y utilidad a nivel individual y colectivo, para despertar la curiosidad y motivación del estudiante y así conseguir captar su atención, como una forma de buscar el momento oportuno para dar inicio a la actividad de identificación de concepciones previas.</p> <p>Una manera de hacer esto, es mediante la incursión de una situación problematizadora que posibilite la formulación de hipótesis, las cuales tienen una relación directa con las nociones iniciales.</p>	<p>Es de vital importancia la planeación y el acompañamiento por parte del profesor para propiciar un ambiente que favorezca la construcción y manejo significativo de los conceptos. Esto, implica introducir al estudiante en una metodología semejante a la empleada por la comunidad científica, en donde se le familiarice con el abordaje de problemas que posibiliten la formulación de hipótesis y discusión de las mismas con los compañeros, así como el diseño e implementación de procedimientos para la obtención y análisis de resultados.</p>	<p>Se lleva a cabo la evaluación del aprendizaje conseguido teniendo en cuenta la eficiencia y eficacia de los procesos propuestos.</p> <p>En esta etapa se suele involucrar al estudiante en actividades como la elaboración de síntesis mediante esquemas, mapas mentales y conceptuales.</p> <p>Finalmente, se formulan nuevos problemas de acuerdo a los intereses particulares de los educandos.</p>

Fuente: Adaptado de Gil & Martínez (1987) y Ramírez (2014)

4.3. HABILIDADES INVESTIGATIVAS

Conjunto de habilidades asociadas a la formulación y resolución de problemas (Pérez & López, 1999) las cuales, como lo indica Moreno (2005), empiezan a desarrollarse desde antes de que el individuo tenga acceso a procesos sistemáticos de formación para la investigación, que en su mayoría no se desarrollan sólo para posibilitar la realización de las tareas propias de la investigación, pero que han sido

detectadas por los formadores como habilidades cuyo desarrollo, en el investigador en formación o en funciones, es una contribución fundamental para potenciar que éste pueda realizar investigación de buena calidad” (p. 527)

En esta investigación se trabajaron cinco habilidades investigativas inferidas a partir de la revisión de los autores Gil (1993), Tamir *et al.* (2010), Pedrinaci *et al.* (2012), Cañal (2012), Franco-Mariscal (2015), Ferrés *et al.* (2015) y Martínez (2017), cuyas definiciones se contemplan a continuación:

➤ *Identificación y/o formulación de problemas*

Detectar hechos o situaciones problemáticas y plantear preguntas que no se pueden responder de forma inmediata, reconociendo sus causas y posibles soluciones (Cañal, 2012) bajo los fundamentos teóricos apropiados (Gil, 1993), contribuyendo a resolver la problemática.

➤ *Hipótesis*

Explicaciones tentativas a fenómenos que pueden ser refutadas o comprobadas a través de la experimentación (Hernández, 1991), describiendo los posibles resultados (Ferrés, Marbá, & Sanmartí, 2015) con un fundamento teórico que las respalda (Cañal, 2012).

➤ *Diseño experimental*

Diseño y realización de experimentos encaminados a resolver un problema de investigación (Gil, 1993), así como a contrastar las hipótesis declaradas (Tamir, Nussinovitz, & Friedler, 2010).

Análisis

Organización e interpretación de los resultados obtenidos abarcando tareas como: resumir, comparar, clasificar, cuantificar, hacer tablas y gráficas, leer, y establecer relaciones (Cañal, 2012) a la luz de referentes teóricos y de resultados de otras investigaciones (Gil, 1993).

➤ *Elaboración de conclusiones*

Son proposiciones construidas a partir de los resultados obtenidos en una investigación, coherentes con los objetivos, problemas e hipótesis, contemplando los resultados y conclusiones de otros trabajos enfocados con la problemática investigada (Cañal, 2012)

4.4. METODOLOGÍA MIXTA DE INVESTIGACIÓN

Driessnack, Sousa y Costa (2007), citados por Pereira (2011), sostienen que los “métodos mixtos se refieren a un único estudio que utiliza estrategias múltiples o mixtas para responder a las preguntas de investigación y/o comprobar hipótesis” (p. 17). Por su parte, Hernández, Fernández y Baptista (2014) argumentan que la metodología de investigación mixta se puede presentar en varios niveles de combinación de los métodos cualitativo y cuantitativo. Cabe resaltar que, cuando ambos enfoques metodológicos se encuentran mezclados en la mayoría de las etapas de la investigación, se aprovechan las fortalezas y se minimizan las falencias de cada método.

Las principales fortalezas y desafíos de la metodología mixta, de acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2008), citados en Hernández *et al.* (2014), son:

Fortalezas

- El material audiovisual o narrativo puede utilizarse para proporcionar significado a los números.
- Por medio de la investigación mixta es posible aprovechar las fortalezas de los métodos cuantitativo y cualitativo, y reducir sus debilidades.
- Los estudios mixtos juegan un papel fundamental en la construcción y validación de nuevas teorías.
- El método mixto permite responder un mayor número de preguntas de investigación.

- Proporciona evidencia más contundente para soportar las conclusiones de la investigación.
- Provee más elementos para comprender el fenómeno de estudio.

Desafíos

- Es difícil integrar la investigación cualitativa y cuantitativa en un mismo proyecto, de modo que el trabajo por los investigadores debe ser colaborativo.
- Su implementación requiere saber cómo efectuar estudios cuantitativos y cualitativos, así como integrar adecuadamente los resultados de ambas proyecciones.

5. MARCO DISCIPLINAR

5.1. TÉCNICAS DE CULTIVO SIN SUELO

La agricultura urbana se desarrolla en las zonas urbanas como una alternativa de producir alimentos sanos (FAO, 1999) en espacios reducidos como terrazas, balcones (Forero *et al.*, 2011) e incluso paredes. Su principal reto, según el Jardín Botánico de Medellín (2017) es aprovechar el reciclaje de hogares e instituciones, ofreciendo soluciones ecológicas de bajo costo.

Un cultivo sin tierra, es el “método que provee los alimentos que requieren las plantas para su perfecto desarrollo, no por intermedio de su vía natural, la tierra, sino que por intermedio de una solución sintética de agua y sales minerales diversas” (Barros, 2017, p. 1). Su medio de crecimiento, “puede estar constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, inertes o no inertes, es decir, con tasa variable de aportes de la nutrición mineral de las plantas” (Gilsanz, 2007, p. 7).

5.1.1. Hidroponía

Se concibe como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, son aplicados de forma artificial y el suelo no participa en la nutrición. A través de esta técnica el sustrato puede ir desde sustancias inorgánicas como la perlita, vermiculita o lana de roca, materiales considerados inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, hasta medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas, corteza de árboles picada, cáscara de arroz, entre otros, que interfieren en la nutrición mineral en las plantas. (Gilsanz, 2007)

Ahora bien, aunque este método es una alternativa a la siembra en tierra que favorece el rápido crecimiento de los cultivos, posee tanto ventajas como desventajas descritas a continuación:

Tabla 3 Ventajas y desventajas de la hidroponía

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Menor número de horas de trabajo y más livianas • No es necesaria la rotación de cultivos • Las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento • Mínima pérdida de agua y problemas con malezas • Reducción en la aplicación de agroquímicos • Permite la ampliación del territorio agrícola en áreas poco convencionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial alto • Desbalances nutricionales causan inmediato efecto en el cultivo • Se requiere buena calidad de agua

Fuente: Adaptado por las autoras de Barros (1997)

Figura 1 Desarrollo radicular de Lechuga romana 20 días después de disponer la plántula en la estructura hidropónica construida.



Fuente: Las autoras

5.1.2. Aeroponía

Es un tipo de técnica hidropónica en el cual las raíces se encuentran suspendidas en el aire, por lo cual, no contienen sustrato. La solución nutritiva es aplicada directamente sobre estas, en algunos casos mediante boquillas de pulverizadores agrícolas, a su vez, esta recircula por el sistema, permitiendo la disminución en el

gasto de agua en comparación con técnicas de cultivo convencional. Cabe resaltar que las plantas pueden quedar en sentido horizontal o vertical, teniendo como estructura tubos de PVC favoreciendo el aprovechamiento del espacio disponible para el cultivo (Barros, 1997).

“El crecimiento aeropónico está considerado seguro y ecológico por producir cosechas de forma natural manteniendo las plantas saludables. La principal ventaja es la economía de agua y energía. Comparado con los hidropónicos, los aeropónicos ofrecen unos requerimientos de agua y energía menores por cada metro cuadrado de cultivo. Por otro lado, los materiales y dispositivos que soportan a las plantas aeropónicas la ayudan a mantenerse aisladas de enfermedades o agentes patógenos. Cuando esta técnica se emplea de forma comercial, solamente se utiliza la décima parte del agua necesaria con otros métodos para hacer crecer la cosecha, pero esta puede reducirse hasta una veintinueveava parte” (Pérez & Velázquez, 2013, p. 7).

Por otro lado, los cultivos optimizan la oxigenación para un crecimiento exitoso. “En este caso el problema no es la hipoxia, sino que la raíz tenga el agua fácilmente disponible” (Beltrano & Gimenez, 2015, p. 74).

Figura 2 Desarrollo radicular de Lechuga romana 20 días después de disponer la plántula en la estructura aeropónica construida.



Fuente: Las autoras

5.2. SOLUCIONES NUTRITIVAS

En general, los nutrientes requeridos por la planta se absorben de forma iónica y en solución acuosa, bien sea a través del agua contenida en el suelo o mediante soluciones nutritivas. Estas últimas son aquellas que contienen disueltos los elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta, tanto macro como micronutrientes. Debido a que hay elementos que se requieren en menor y otros en mayor cantidad, las soluciones nutritivas constan de dos partes: “solución madre de micronutrientes” y “solución nutritiva principal”; esta última, se debe proporcionar a las plantas a una temperatura mayor a 8°C, pues a temperaturas inferiores, nutrientes como el fósforo, hierro y calcio no son absorbidos por las plantas (Secretaría de educación pública, 2017). Otros parámetros que deben controlarse son: pH, conductividad eléctrica y concentración de nutrimentos.

Una de las primeras y más sencillas soluciones nutritivas fue la propuesta por Sachs en el siglo XIX, en la cual se utilizan 6 sales minerales sencillas, en su mayoría conformadas por micronutrientes y macronutrientes como el N y P. Pese a su funcionalidad para algunos cultivos, un siglo más adelante, Sonnevel prepara otro tipo de solución nutritiva, en este caso, articulando sales más complejas e incluyendo en mayor proporción sales de macronutrientes como el K, no contemplado anteriormente (Robredo, Quiroga, & Echazú, 2001). Esta solución se utiliza con mayor frecuencia en la actualidad, ya que permite un mayor aporte nutricional a la planta.

5.2.1. El oxígeno disuelto

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O₂) en una solución acuosa. El oxígeno disuelto adecuado se necesita para una buena calidad del agua, siendo este necesario para todas las formas de vida (Milacron Mexicana Sales, 2004), incluyendo las plantas. En el sistema hidropónico recirculante, la parte de la raíz sumergida en la solución nutritiva que fluye a lo largo del canal, hace uso del oxígeno contenido en esta; mientras la raíz esté en contacto

con la humedad del aire lo toma directamente del ambiente (Morgan & Peckenpaugh, citado por Martínez, Ortiz & López, 2012).

Zheng, Wang & Dixon (2007), indican que la pobre oxigenación y la inundación de las raíces, en hidroponía, en raras ocasiones produce síntomas llamativos en el cultivo, pero sí una disminución en el crecimiento y rendimiento, como también, que un ambiente radical bien oxigenado es esencial para la salud del sistema radical (absorción de nutrientes, crecimiento y mantenimiento de raíces) y la prevención de enfermedades radicales.

La carencia o escasez de oxígeno en las raíces de la planta, por lo general debajo de los 3-4 mg / L de oxígeno disuelto en la solución, produce una coloración parda en esta y disminución en el crecimiento radicular. Otro de los síntomas más comunes es el marchitamiento de la planta durante el mediodía, cuando los niveles de temperatura y luminosidad son los más altos. La carencia de oxígeno disminuye la permeabilidad de las raíces al agua y genera una acumulación de toxinas; de esta manera tanto el agua como los minerales no pueden ser absorbidos en las cantidades suficientes para el crecimiento cuando hay déficit de oxígeno. A su vez, este marchitamiento está acompañado por una reducción en la fotosíntesis, por ello el crecimiento de la planta será reducido y su rendimiento se verá afectado (Fernández, 2018)

5.2.2. El pH

El potencial de hidrogeno (pH), indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución, en una escala que va de 0 a 14. En lo que respecta a las soluciones nutritivas, se requiere de un rango específico para lograr un desarrollo óptimo en cada tipo de cultivo, siendo un rango ideal de pH para los cultivos hidropónicos entre 6,5 y 5,5 (Alpízar, 2004), y particularmente en lechuga, entre 5,7 y 6,5 (Núcleo ambiental S.A.S., 2015); Cabe señalar que cuando el valor de potencial de hidrógeno no se encuentra dentro del rango sugerido, la disponibilidad de nutrientes varía y las plantas se ven afectadas, de modo que, si el pH es superior a 7, se debe

añadir vinagre hasta alcanzar la medida requerida, en cambio, sí es inferior a 5,5 se debe suministrar bicarbonato de sodio.

5.2.3. La conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) mide la capacidad de un material para transportar libremente la corriente eléctrica. En soluciones, se denomina como conductividad electrolítica y se encuentra relacionada con la presencia de sales disueltas, en donde sus iones disociados son los que permiten el paso de la corriente eléctrica cuando se somete el líquido a un campo eléctrico (Duque, 2016). En lo que respecta a la solución nutritiva, empleadas en los cultivos alternativos, la conductividad eléctrica (CE) se utiliza para cuantificar su contenido de sales disueltas, forma en la cual estas pueden ser absorbidas por las raíces de la lechuga. Los valores de conductividad eléctrica recomendados para un cultivo sin suelo oscilan entre 1,5 y 2,5 dS/m y puede medirse con un conductímetro (Alpizar, 2004), Cabe resaltar que esta propiedad depende no solo de la presencia de iones, sino también de “su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición” (Sanabria, 2006, p.2).

5.3. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

Un sistema de automatización consiste en la incorporación de un dispositivo tecnológico que se encarga de controlar su funcionamiento de una máquina o proceso. El sistema que se crea con la incorporación del dispositivo, denominado genéricamente automatismo, el cual, puede razonar ante las situaciones que se presentan ejerciendo la función de control para la que ha sido concebido. (Escuela de Profesiones Técnicas, 2018)

La automatización de un proceso puede darse a través de microcontroladores, los cuales son ordenadores pequeños que contienen en su interior un procesador, soporte (reloj y rest), memoria y puertos de entrada y de salida, todo ello dentro de un chip que se puede programar según el objetivo que se tenga. (Velazco, 2018)

Uno de los tipos de sistemas de control electrónico más común es el controlador secuencial, debido a su forma de actuación, pues a través de este un proceso se puede descomponer en una serie de estados que se activarán de forma secuencial (variables internas), y a su vez, cada uno de los estados cuando está activo realiza una serie de acciones sobre los actuadores (variables de salida). Dependiendo de cómo se realice la transición entre estados, los controladores secuenciales pueden ser de dos tipos: asíncronos y síncronos. En este caso se empleó un controlador sincrónico, en el cual La transición a un determinado estado se produce en función de las variables de entrada sincronizadas mediante una señal de reloj de frecuencia fija, de forma que la transición entre estados solo se produce para cada señal de reloj. (Escuela de Profesiones Técnicas, 2018)

6. METODOLOGÍA

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se rige bajo los principios de la metodología mixta, la cual incorpora procesos cualitativos y cuantitativos al estudio. El enfoque metodológico es de tipo descriptivo-interpretativo y se encuentra direccionado al desarrollo de habilidades investigativas mediante la implementación del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación.

6.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población con la cual se desarrolló esta propuesta de investigación está relacionada con los estudiantes que cursan grado décimo en la ciudad de Bogotá que hacen parte del Programa de Educación Media Integral y la muestra está conformada por 25 estudiantes, 16 mujeres y 9 hombres, que en el momento de la aplicación del PGA cursaban el grado décimo en el colegio de educación distrital mixta Ramón de Zubiría, ubicado en el barrio Rincón de la localidad de Suba, e integraban el grupo tres del énfasis de “Biotecnología y transformación de alimentos”.

6.3. FASES DE LA METODOLOGÍA

La metodología del trabajo se divide en tres fases que son:

Fase I: Fundamentación teórica

Esta fase incluye la revisión de los antecedentes disciplinares, encaminados a los trabajos de investigación realizados en torno a la temática de cultivos alternativos, particularmente cultivos aeropónicos e hidropónicos, tanto a nivel local, como nacional e internacional. Igualmente para el caso de los antecedentes didácticos en donde se hizo especial énfasis en los trabajos que involucraban el diseño e implementación de Programas Guía de Actividades (PGA) como también el desarrollo de habilidades investigativas.

Esta fase también consta de una revisión conceptual de algunos conceptos relacionados con las soluciones nutritivas tales como el pH, la conductividad eléctrica (CE) y el oxígeno disuelto (OD), puesto que son los parámetros a los que más se hace alusión en el PGA.

Fase II: Diseño e implementación de la propuesta

En esta fase se llevó a cabo la construcción de los montajes de cultivos alternativos con ayuda de los estudiantes. También, se diseñó el PGA cultivos sin suelo (Ver anexo externo) enfocado al fortalecimiento de algunas habilidades investigativas como la identificación y/o formulación de problema, la emisión de hipótesis, la elaboración y/o ejecución de un diseño experimental y, finalmente, la construcción de análisis y conclusiones. Lo que dio paso a la implementación de la propuesta en un colegio de educación mixta localizado en Suba Rincón el cual se encuentra enmarcado dentro del Programa de educación Media Integral, contando con la participación de 16 mujeres y 9 hombres. En esta fase también se realizó la rúbrica de evaluación (Ver anexo 1).

6.3.1. Construcción de las estructuras de cultivo alternativo

Figura 3 Estructura hidropónica.

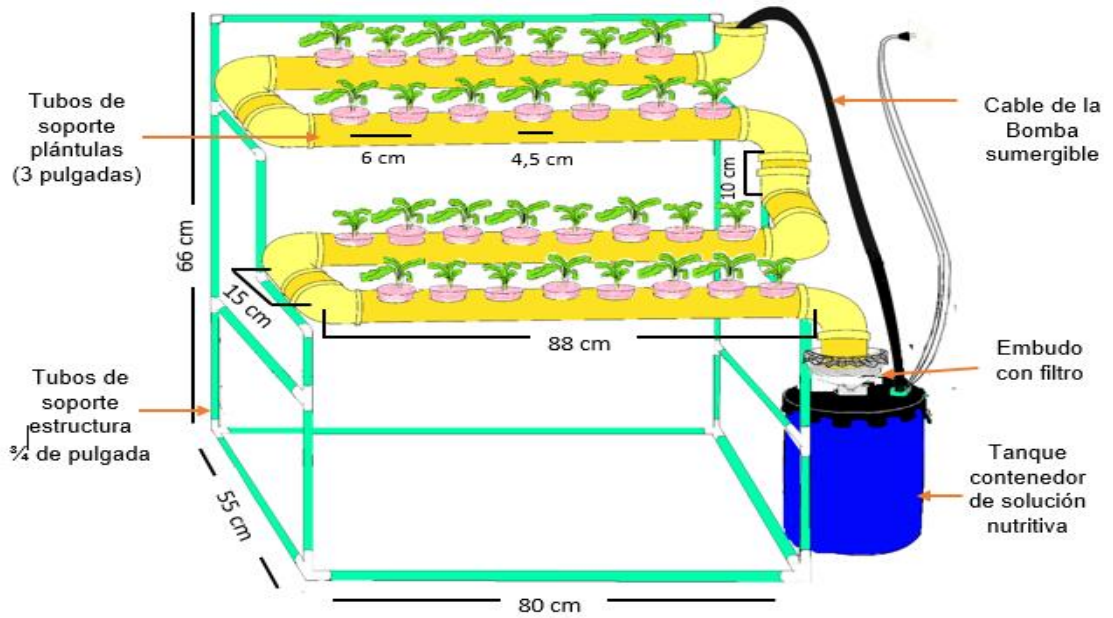


La estructura hidropónica cuenta con un componente estructural conformado por:

- 2 Tubos PVC de 3 pulgadas y 80 cm de largo por nivel, para un total de 4 tubos.
- 7 Perforaciones circulares por tubo con un diámetro de 4,5 cm y dispuestas a 6 cm de distancia.
- Estructura de sostén: PVC $\frac{3}{4}$ de pulgada.

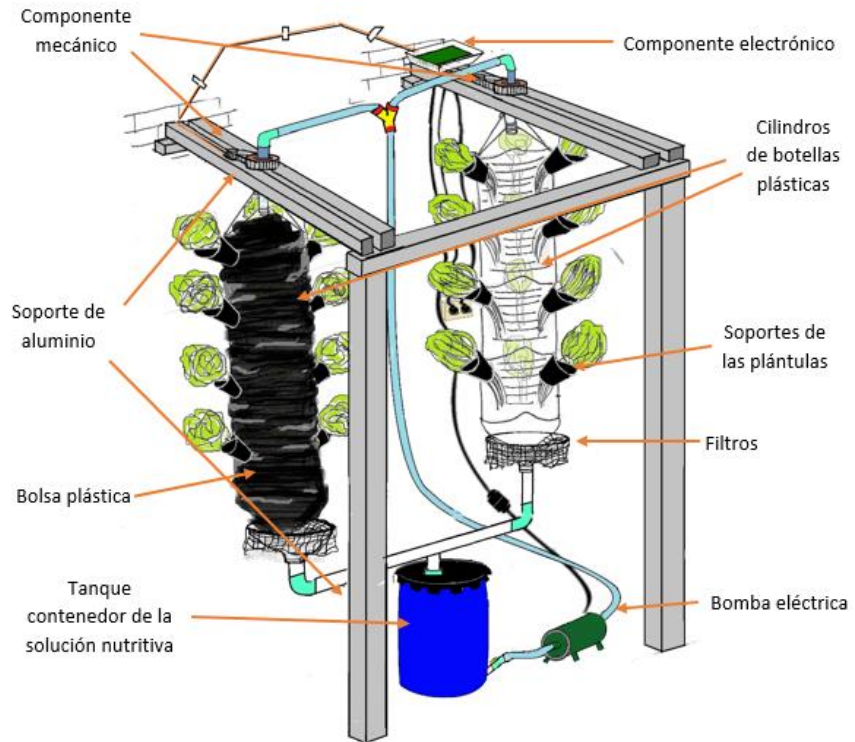
Fuente: Las autoras

Figura 4 Estructura hidropónica: diseño y medidas.



Fuente: Las autoras

Figura 5 Estructura aeropónica: diseño y medidas.



Fuente: Las autoras

La estructura aeropónica consta de tres componentes: un componente electrónico, uno mecánico y uno estructural.



El componente electrónico está conformado por

Figura 6 Tarjeta electrónica.



Fuente: Las autoras.

Tabla 4 Componentes electrónicos

Representación	Descripción
 <p data-bbox="331 1381 870 1478">Fuente: Tomada de https://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/10527970/Armate-un-amplificador-casero-Hecho-por-Mi.html</p>	<p data-bbox="915 1150 1049 1182">Parlantes:</p> <p data-bbox="915 1234 1490 1367">Brindan un aviso de la activación de la parte mecánica y del triac cada 10 minutos a través de un sonido</p>
 <p data-bbox="425 1686 743 1728">Fuente: Tomada de https://es.rs-online.com/web/p/triacs/7271136/</p>	<p data-bbox="915 1514 987 1545">Triac:</p> <p data-bbox="915 1591 1370 1623">Se encarga de encender la bomba.</p>

 <p>Fuente: tomada de https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/microcontroladores/microcontrolador-microchip-ds-pic30f4011-30ip-detail</p>	<p>Microcontrolador (motor):</p> <p>Se encarga de controlar los motores, su frecuencia y duración de encendido para girar los cilindros de botellas plásticas</p>
 <p>Fuente: tomada de: https://www.tme.eu/es/details/moc3022-lit/triacs-opticos/liteon/moc3022/</p>	<p>Optocoplador MOC 3022:</p> <p>Aísla el computador (tarjeta y sus componentes) de la red de alta tensión, haciendo un puente entre la parte programada y la parte de potencia</p>
<p>-</p>	<p>Oscilador LC : Se encarga de encender los motores</p>

Fuente: Las autoras

El componente mecánico está conformado por:

Figura 7 Componente mecánico, vista superior.



Fuente: Las autoras

Figura 8 Componente mecánico, vista inferior.



Fuente: Las autoras

Tabla 5 Componentes mecánicos de la estructura aeropónica.



Descripción	Representación
<p>Motor Utiliza aproximadamente 150 mA cada uno, y su torque aproximado es de 3 kg/cm</p>	 Tomada de: https://es.aliexpress.com/item/545-Large-torque-DC-motor-low-noise-small-electric-motors-scientific-experiment-wind-turbine-Micron-motor/32469054429.html
<p>Motorreductor: Manejan los motores con reducción de 48 c y una alimentación de 5 voltios, generando aproximadamente 25 rpm.</p>	 Tomada de: https://electronicatesla.com.mx/producto/moto-reductor/
<p>Rodamiento axial Permiten el giro de los cilindros de botellas plásticos, mediante la acción del motor, piñones, correas y la activación de la parte electrónica</p>	 Tomada de: http://www.grupogaes.com/productos/rodamientos/rodamientos-fafmir.html

Fuente: Las autoras

Respecto al componente mecánico se hace una relación entre el efecto del motor-reductor, los piñones y correas con el número de vueltas que da el motor pequeño, que a su vez se conectan con el rodamiento axial, el cual hará girar la estructura (120°) por cada 20 vueltas de que realice el motor pequeño.

Tabla 6 Componentes estructural del sistema aeropónico.

Descripción	Representación
<p>Botellas plásticas translúcidas de 3L, pegadas una a una sika (poliuretano), un pegamento polimérico especial para vidrios automovilísticos.</p> <p>A estas se es corta la parte superior para apilarlas unas con otras, y en su parte inferior se abren orificios pequeños, para que a través de estos descienda la solución nutritiva una vez se active la bomba.</p>	<p>Figura 9. Botellas plásticas: componente estructural</p>  <p>Fuente: Las autoras</p>
<p>Es preciso señalar la importancia de oscurecer las botellas para que no les de la luz a las raíces lo que conllevaría a su marchitamiento.</p> <p>Las botellas van sujetadas mediante alambres al componente mecánico, el cual les permitirá girar cada 10 minutos, previo a la activación de la bomba eléctrica.</p>	<p>Figura 10 Componente mecánico unido al componente estructural</p>  <p>Fuente: Las autoras</p>
<p>También cuenta con filtros de tela y de malla plástica dispuestos sobre los embudos, los cuales se encuentran ubicados en la parte inferior de los cilindros de botellas plásticas como recolectores de la solución nutritiva conectados al tanque, para su recirculación</p>	<p>Figura 11. Filtros conectados al tanque contenedor de la solución nutritiva.</p>  <p>Fuente: Las autoras</p>

<p>De la misma manera, el tanque contenedor de la solución nutritiva cuenta con dos tipos de filtro para evitar que el material orgánico, proveniente de las plántulas, que haya pasado los filtros anteriores, siga su curso hasta la solución nutritiva y, posteriormente, llegue a la bomba dañándola.</p>	<p>Figura 12. Filtros de la estructura dispuestos en los embudos y en el tanque de la solución nutritiva.</p>  <p>Fuente: Las autoras</p>
<p>También cuenta con una bomba eléctrica que impulsa cada 10 minutos la solución nutritiva hacia la parte superior de la estructura durante un periodo de tiempo de 1 min.</p>	<p>Figura 13 Bomba impulsadora de la solución nutritiva.</p>  <p>Fuente: Las autoras</p>

Fuente: Las autoras.

Figura 14 Cultivo hidropónico de lechuga romana, en la fase de inicio (izquierda) y desarrollo (derecha) de la propuesta, realizado en el colegio distrital Ramón de Zubiría.



Fuente: Las autoras

Figura 15 Cultivo aeropónico de lechuga romana, en la fase de inicio (izquierda), desarrollo (centro) y finalización (derecha) de la propuesta, realizado en el colegio distrital Ramón de Zubiría.



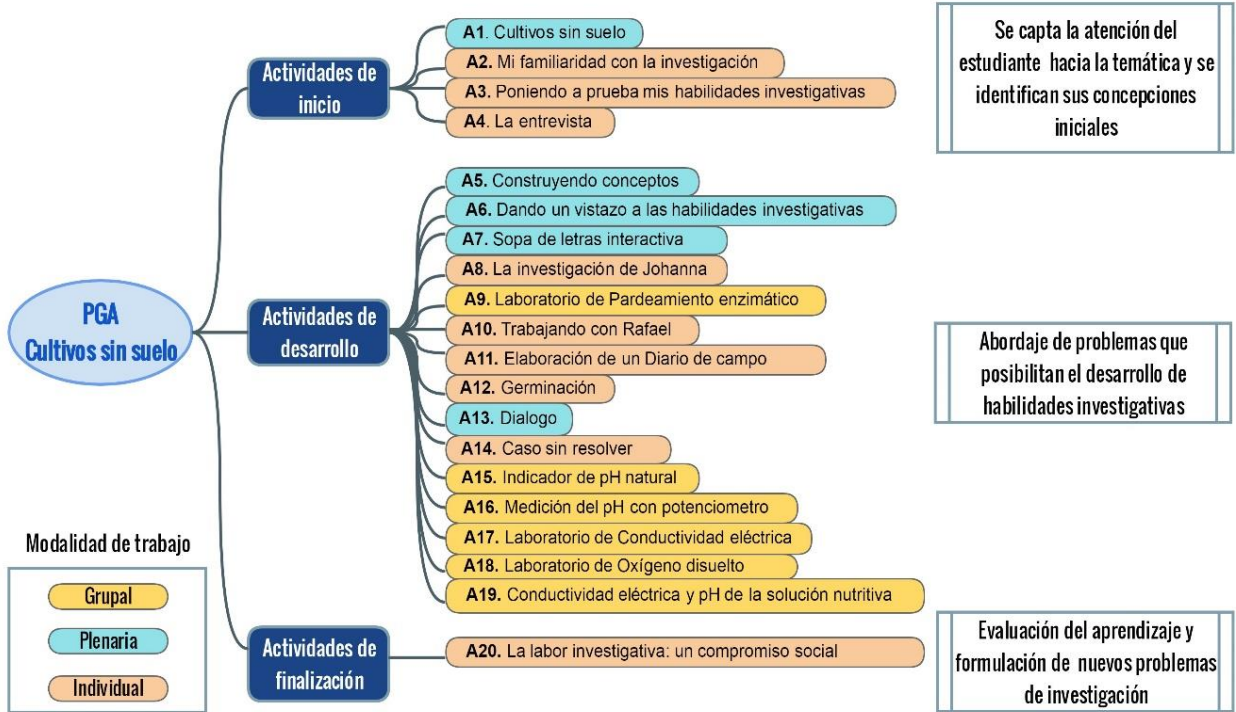
Fuente: Las autoras

Fase III: Interpretación y análisis de resultados

En esta fase se retoman los resultados obtenidos de la implementación del PGA y se designan a estos valores numéricos haciendo uso la rúbrica de evaluación diseñada. Luego, se estudia el grado de desarrollo alcanzado respecto a cada una de las habilidades investigativas.

6.3.2. Técnica de recolección de información

Figura 16 Estructura del Programa Guía de Actividades: cultivos sin suelo



Fuente: Las autoras

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

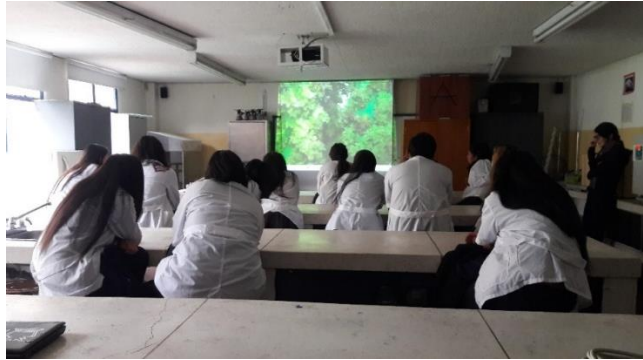
La interpretación y el análisis de resultados está desglosado en tres principales momentos, actividades inicio, desarrollo y finalización, en donde se puede dar cuenta del grado de desarrollo que alcanzaron los estudiantes de Educación Media Integral del I.E.D. Ramón de Zubiría con respecto a las cinco habilidades de estudio tras la aplicación del programa guía de actividades (PGA) titulado como cultivos sin suelo.

7.1. ACTIVIDADES DE INICIO

Las actividades de inicio se enmarcan en el PGA en el capítulo nociones iniciales que, como se describió en la metodología, además de despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes hacia los cultivos alternativos, permitió caracterizar a la población-muestra en lo que concierne a las siguientes habilidades: identificación y/o formulación de problemas, emisión de hipótesis, elaboración y/o ejecución de un diseño experimental, análisis y conclusiones. Asimismo, otro aspecto que se incluyó en la caracterización de la población fue el conocer su concepto personal de lo que es investigar, los pasos que usualmente utilizaban a la hora de resolver un problema, como también si habían participado de algún trabajo de investigación a nivel escolar.

En la actividad introductoria A1. Cultivos sin suelo se promovió la participación de los estudiantes tras la visualización de los videos propuestas sobre los cultivos hidropónicos y aeropónicos en Colombia, los cuales lograron reconocer algunas características, ventajas y desventajas de la implementación de estos cultivos alternativos, dentro de las que cabe mencionar las siguientes: *“Son más rentables”, “Hidroponía requiere menos inversión”, “En la aeroponía se recupera el dinero invertido”, “Se pueden hacer en cualquier lugar”, “No requiere conocer la estación en la cual se debe cultivar”, “Ayudamos al medio ambiente porque mejoramos la comida”, “En tierra la comida se escasea”, “Hay una mayor oxigenación”.*

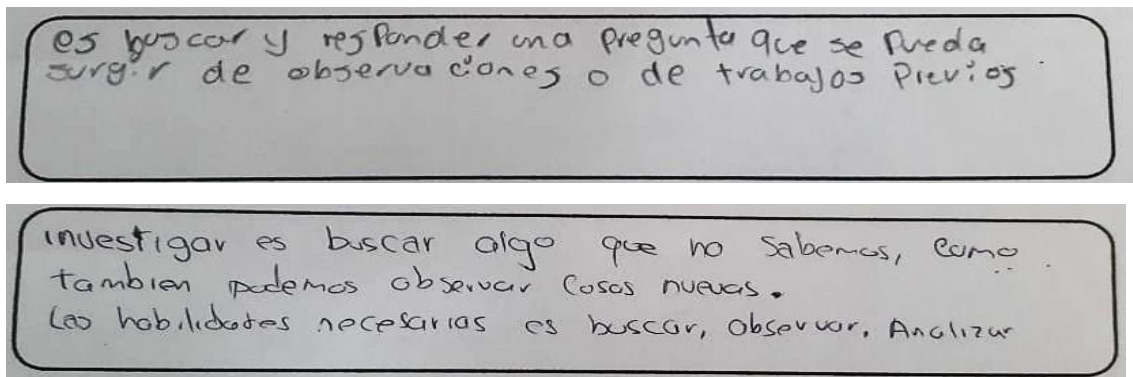
Figura 17 Visualización de videos introductorios a los cultivos alternativos



Fuente: Las autoras

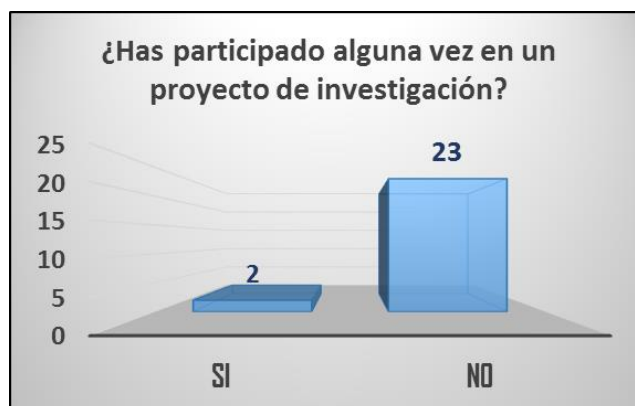
En la A2. Mi familiaridad con la investigación se encontró que 14 estudiantes correspondientes al 66% aducen a que investigar es responder una pregunta o solucionar una problemática, mientras que los 11 estudiantes restantes, es decir el 44%, hacen referencia a que investigar es estudiar algo, realizar una consulta o informarse. Asimismo, se evidenció que tan sólo 5 de los 25 estudiantes totales dieron respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las habilidades necesarias para llevar a cabo una investigación?, de los cuales 4 de ellos resaltaron que observar hace parte de una de estas habilidades. Cabe señalar, que también mencionaron las siguientes: buscar, investigar, analizar, preguntar, concluir, explorar, imaginar, hipótesis y experimentar.

Figura 18 Respuestas dadas por los estudiantes (E13 y E21) a la pregunta 1 de la actividad 2. ¿Qué es investigar? ¿Cuáles son las habilidades necesarias para llevar a cabo una investigación?



Fuente: Las autoras

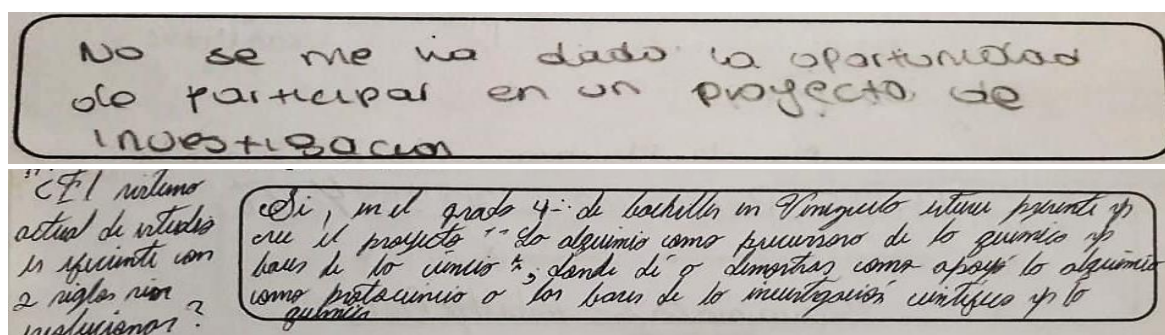
Gráfica 1 Participación de los estudiantes en proyectos de investigación.



Fuente: Las autoras

Por otra parte, en la pregunta 2 de esta misma actividad se quiso indagar acerca de su participación en proyectos de investigación, evidenciándose que el 92% de los estudiantes expresa no haber participado de trabajos relacionados con investigaciones, lo cual según Mesa (2011) hace evidente la falta de implementación de estrategias en donde se involucre la investigación con los estudiantes, ello debido a la falta de disponibilidad de tiempo por parte de los estudiantes para investigar como también de los profesores para brindar un asesoramiento (Ruiz, 2014) siendo un obstáculo para realizar procesos investigativos en la escuela y, por ende, propiciar el desarrollo de las habilidades investigativas, lo que se correlaciona con los resultados obtenidos en la actividad 3, puesto a que se exhibieron niveles bajos de desarrollo con respecto a las habilidades de estudio.

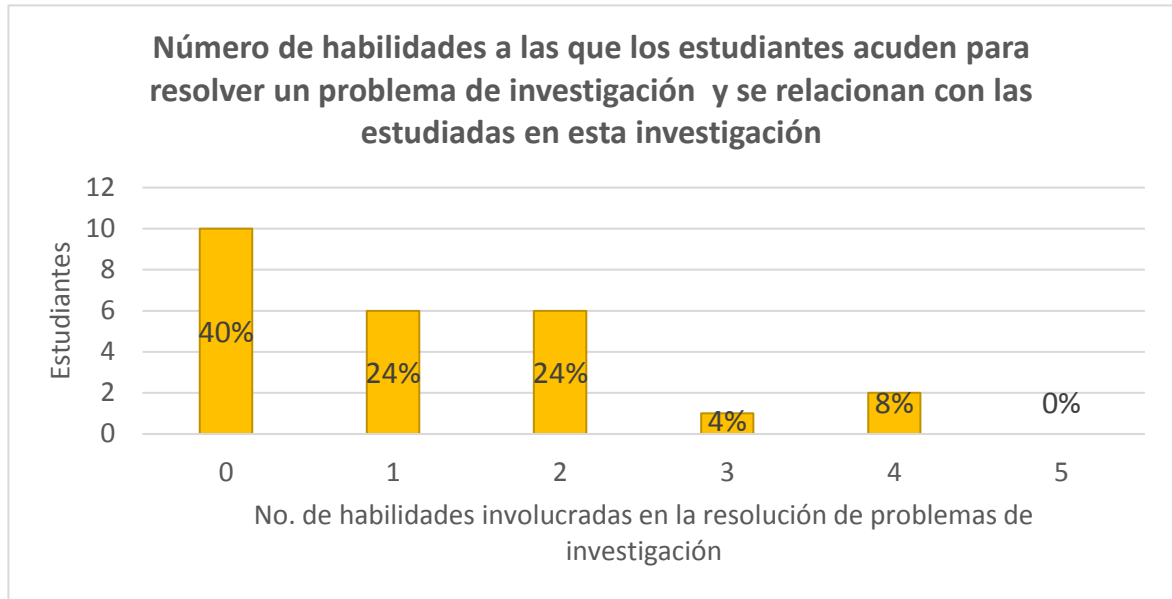
Figura 19 Respuestas dadas por los estudiantes (E6 y E24) a la pregunta 2 de la actividad 2. ¿Has participado alguna vez en un proyecto de investigación?



Fuente: Las autoras

En lo que concierne a la tercera pregunta de esta actividad, se les pidió a los estudiantes mencionar cada uno de los pasos que usualmente seguían a la hora de resolver un problema de investigación. Ello, con la finalidad de saber si hacían referencia a las habilidades que se trabajarían durante el desarrollo del PGA.

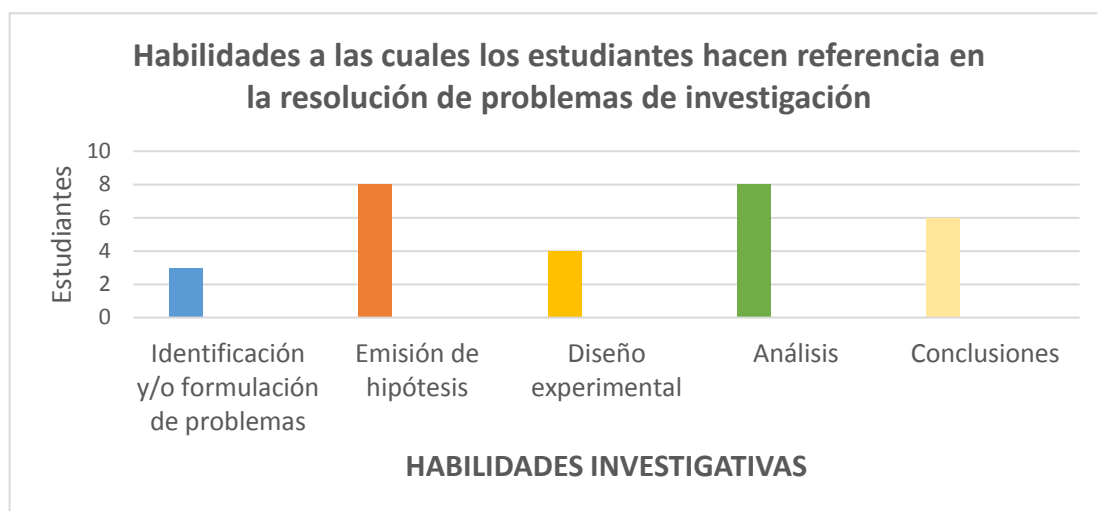
Gráfica 2 Número de habilidades a las que los estudiantes acuden para resolver problemas y que se relacionan con las estudiadas en esta investigación.



Fuente: Las autoras

Como se puede apreciar en la gráfica anterior, ninguno de los estudiantes consigue reconocer las cinco habilidades que se deseaban potenciar con la implementación de este proyecto de investigación, sin embargo, cabe destacar que el 48% de los estudiantes acude a 1 o 2 de las habilidades de estudio y el 12% a 3 o 4 de estas para la resolución de problemas de investigación, para un valor total del 60% que equivale a 15 estudiantes, dentro de los cuales se evidencia (Ver Gráfica 3) que la habilidad de emisión de hipótesis y la habilidad de análisis son a las que más hacen referencia siendo nombradas por 8 estudiantes cada una, seguido de la habilidad de concluir con 7 estudiantes, diseño experimental con 4 y, en último lugar, identificación y/o formulación de problemas con tan sólo 3 estudiantes.

Gráfica 3 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.



Fuente: Las autoras

En cuanto a la A3. Poniendo a prueba mis habilidades investigativas se expone un fragmento de una noticia publicada en el periódico *El Tiempo* titulada como “*Suelo colombiano, un recurso que ya se comienza a agotar*”, de la cual surgen algunas preguntas orientadoras que tenían por finalidad la recolección de información que posibilitará la caracterización de la población-muestra en torno a las cinco habilidades ya mencionadas, lo cual pudo llevarse a cabo mediante la designación de valores numéricos de acuerdo a los criterios establecidos en la rúbrica de evaluación.

En términos generales, y como se puede apreciar en la Tabla 7 y la Gráfica 3, la mayoría de los estudiantes se enmarca en el nivel más bajo de desarrollo de las habilidades investigativas, según la rúbrica de evaluación diseñada, liderando la habilidad de conclusión ya que el 80% de la población-muestra, es decir 20 estudiantes, se encuentra en el nivel 1, seguido de la habilidad de identificación y/o formulación de problemas con un 56% en el nivel 1 y un 40% en el nivel 2, con 14 y 10 estudiantes respectivamente. La siguiente habilidad que manifestó dificultad fue la de diseño experimental en cual se halla un 56% de estudiantes en el nivel 1 y un 28% en el nivel 2, equivalente a 7 estudiantes.

Tabla 7 Caracterización de los estudiantes frente al dominio de las cinco habilidades investigativas en la fase de inicio

PGA CULTIVOS SIN SUELO					
INICIO					
Nivel	Actividad 3. Poniendo a prueba mis habilidades investigativas				
	PP	H	DE	A	C
1	14	9	14	12	20
2	10	12	7	12	3
3	1	4	3	1	2
4	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0
Total estudiantes	25	25	25	25	25

Fuente: Las autoras

Gráfica 4 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.



Fuente: Las autoras

Con respecto a las habilidades de análisis y emisión de hipótesis, son las que demuestran tener un mayor número de estudiantes en el nivel 2 conformado por 12 estudiantes, lo cual se relaciona con los resultados obtenidos en la pregunta 3 de la actividad 2, ya que fueron las habilidades con las cuales los estudiantes expresaron tener un mayor acercamiento a la hora de solucionar un problema.

En términos más específicos, en la pregunta 1 de la actividad 3, se solicita a los estudiantes identificar la problemática principal de la noticia y escribirla en forma de pregunta, obteniéndose que a pesar de que el nivel máximo alcanzado fue 3, a este sólo llegó un estudiante, demarcando que el 96% de los estudiantes no consigue identificar problemáticas de hechos o fenómenos observados manteniendo una relación entre la pregunta y la problemática, o bien, lo hace con dificultad.

Figura 20. Respuestas dadas por los estudiantes caracterizados en los niveles 1 y 2 (E21 y E5) a la pregunta 1 de la actividad 3 la cual forma parte de la fase inicial del PGA. Identifica la problemática principal y escríbela a continuación en forma de pregunta

El cuidado y la preservación de los suelos en el mundo es fundamental para erradicar el hambre?

¿Degradación del suelo alguna solución?

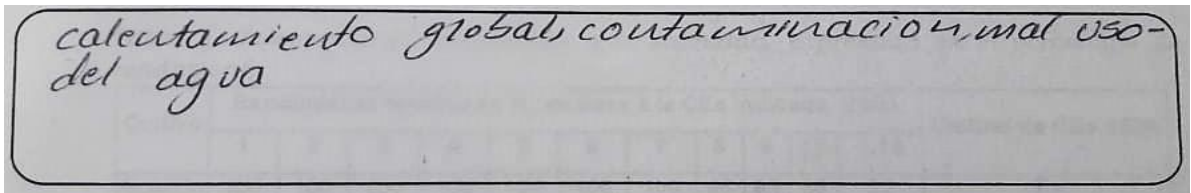
Fuente: Las autoras

En la pregunta 2, los estudiantes debían formular una hipótesis con relación a la problemática principal que habían identificado y formulado en el numeral anterior, encontrándose que la mayoría de los estudiantes, particularmente 12 de los 25, identifican las situaciones presentes en un contexto específico exhibiendo dificultad para exponer sus ideas y predecir los resultados de un proceso, pero cuando lo hacen se enfocan en el problema declarado (nivel 2) y, relativamente pocos (4 estudiantes), consiguen expresar sus ideas de forma clara, estableciendo predicciones que se relacionan con el problema, aunque sin encontrar conjeturas

contrastables para resolverlo (nivel 3). Los restantes se ubican en el nivel 1 y, por lo tanto, no identifican las situaciones presentes en un contexto específico o tiene inconvenientes en establecer predicciones que se enfoquen en la problemática (Ver Tabla 7 y Gráfica 3).

Lo anterior se puede ilustrar con la respuesta dada por el estudiantes 2, quien se caracteriza por tener un desarrollo en la identificación y/o formulación de problemas que se ubica en el nivel 1, puesto que la pregunta que formula no mantiene una relación evidente con la problemática que se expone en la noticia y, en la emisión de hipótesis se sitúa en el nivel 2, debido a que a pesar de expresar dificultad en emitir sus ideas y predecir los resultados de un proceso se enfoca en la problemática declarada “¿Por qué hay escases alimenticia?”

Figura 21 Hipótesis formulada por el estudiante E10 en la actividad 3 categorizada dentro del nivel 2, en donde se enmarca el más alto porcentaje de estudiantes equivalente al 48%.



calentamiento global, contaminación, mal uso del agua

Fuente: Las autoras

En cuanto a la tercera pregunta, esta va enfocada a la caracterización de los estudiantes en torno a la habilidad de plantear y/o ejecutar diseños experimentales. Se destaca que gran parte de los estudiantes se halla dentro del nivel más bajo de la rúbrica de evaluación, perteneciendo a este el 56% de los estudiantes, lo que corresponde a 14 personas, de modo que se presenta una notoria dificultad por parte de la población-muestra en reconocer pruebas o experiencias para el abordaje de problemas, o bien, para aplicarlas en su resolución (Ver Gráfica 3 y Figura 22). Asimismo, se resalta que 7 estudiantes alcanzaron el nivel 2 con un valor porcentual de 28% los cuales identificaban y proponían diseños experimentales sencillos para abordar un problema, aunque sin mantener una relación notoria con las predicciones declaradas.

Figura 22 Diseño experimental propuesto por el estudiante E25 para comprobar la veracidad de la hipótesis formulada, el cual se encuentra categorizado dentro del nivel 1. La pregunta e hipótesis que planteo en esta actividad fue: a.) ¿por qué los suelos ya no tienen nutrientes? (nivel 2) b.) Buscar la manera en que los suelos vuelvan a tener todos los nutrientes necesarios para sembrar (nivel 1).

Investigar si el suelo tiene salinidad o si contiene nutrientes.

Fuente: Las autoras

Para la habilidad de análisis, la cual fue estudiada en la pregunta 4, se le plantea al estudiante el caso de tres cultivos que corresponden a papa, maíz y trigo, los cuales se llevan a cabo en Granada Cundinamarca, lugar al que hace referencia la problemática de la noticia. En esta, se le pide al estudiante contrastar los valores de pH y Conductividad eléctrica (CE) obtenidos para estos tres cultivos con las tablas que albergan los valores óptimos de estas y otras especies agrícolas, información que cada estudiante podría utilizar en la elaboración de su análisis.

Figura 23 Análisis elaborado por los estudiantes E18 y el E7 sobre la problemática de cultivos de papa, maíz y trigo que se estaba presentando en Granada (Cundinamarca). Los niveles ejemplificados son 1 y 2.

papa
↓
Rango esta muy alto
para los que tienen que los tienen

maíz
↓
Rango esta muy alto
muy alto el pH bajarlo

Trigo
↓
Junto del rango
muy bajo el trigo subirlo

- El pH para el cultivo de maíz es ácido. por que en la tabla es de <7 ácido.
- El pH de la papa en el cultivo es ácido por que en la tabla esta como lo es que es ácido
- el cultivo del trigo es básico por que tiene el pH de 7,2 que es básico

Fuente: Las autoras

En esta actividad se puede resaltar que los estudiantes se encuentran entre los niveles 1 y 2, a excepción del estudiante E25 que presenta un nivel superior, por lo que se puede afirmar que no involucran (o lo hacen con dificultad) los resultados obtenidos de la información suministrada en la justificación de sus ideas presentándolos de forma parcial o incoherente, lo cual puede denotarse al revisar las respuestas ilustradas en la Figura 23.

Por último, para evaluar el nivel inicial de desarrollo respecto a la habilidad de concluir, era de especial interés saber no únicamente que conclusión emitían los estudiantes como respuesta a la problemática y a qué nivel hacían referencia esta, sino también conocer los medios que utilizaban para lograrlo. Un ejemplo que es preciso citar es el caso del estudiante E14, el cuál a pesar de tener claro cómo llegar a la elaboración de una conclusión manifiesta algunas dificultades al involucrar los conceptos que se enmarcan en la problemática así como en relacionar los datos que allí se exhiben. Por otro lado, tampoco da respuesta a la pregunta que habían formulado previamente “¿Por qué algunos cultivos no crecen?”.

Figura 24 Respuesta del estudiante E14 frente a la pregunta 5 de la actividad 3, enfocada a la habilidad de concluir. El nivel ilustrado corresponde al de más baja denominación en la rúbrica.

5. ¿Qué conclusión puedes inferir de la noticia teniendo en cuenta el trabajo de los investigadores (Ver Pregunta No. 4)?

el ph de los cultivos debe aumentar o disminuir en el caso de la papa debe subir su pH y en el cultivo del trigo debe bajar

5.1. ¿Qué información previa le ayudó a obtener la conclusión?

me ayudo lo tabla 1 y tabla 2 por que me ayudo a saber el ph optimo para los cultivos

5.2. ¿Qué información de la lectura utilizó para obtener la conclusión?

en realidad me ayudo todo lo que leí porque me ayudo a saber que las plantas necesitan mas cosas para crecer

Fuente: Las autoras

Cabe mencionar que, únicamente 4 de los 25 estudiantes demostraron tener plena claridad frente a cómo elaborar una conclusión lo que equivale a tan sólo el 16%, mientras que los otros 21 estudiantes experimentaron algún tipo de dificultad en dicho proceso. No obstante, un aspecto positivo es que más de la mitad de los estudiantes, específicamente el 52% dada por 13 estudiantes, menciona dentro de la información útil para obtener la conclusión a los conceptos que se involucran en el PGA, como lo es el pH y la Conductividad eléctrica (CE) de los cultivos de maíz, papa y trigo como también los rangos óptimos para cada uno de ellos. Mientras que la población restante da respuesta a la pregunta de forma muy generalizada incluyendo comentarios como “La lectura” o “El suelo de los cultivos” (24%); o simplemente no da respuesta a la pregunta (24%).

Gráfica 5 Habilidades a las que los estudiantes hacen referencia en la resolución de problemas de investigación.

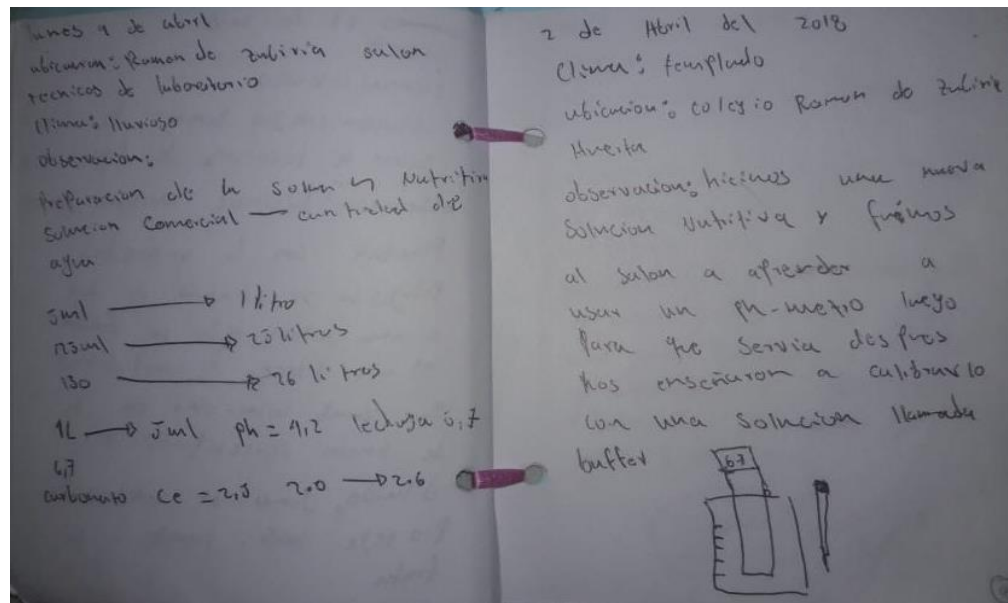
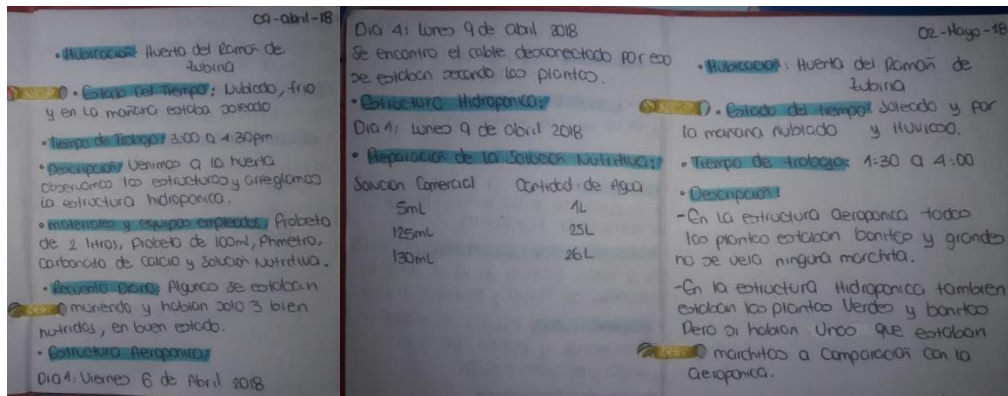
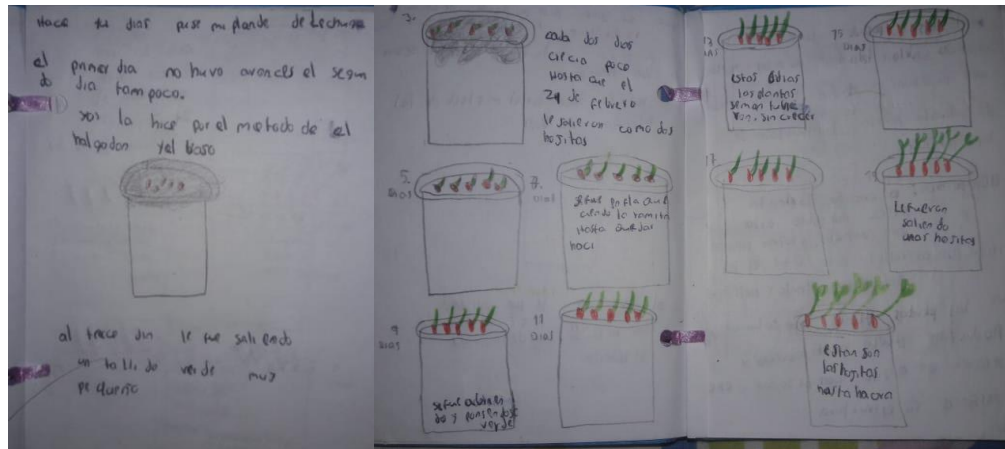


Fuente: Las autoras

7.2. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

Las actividades planteadas durante la fase de desarrollo estuvieron orientadas a la realización de actividades individuales y grupales, ya que como lo indican Machado, Montes de Oca & Mena (2008), es preciso organizar tareas donde los estudiantes realicen acciones de manera tanto colectiva como individual, las cuales deben estar combinadas con la interacción entre estudiante-estudiante, estudiante-profesor y profesor-estudiante, pues esto contribuye a la adquisición del conocimiento, procedimientos y estrategias.

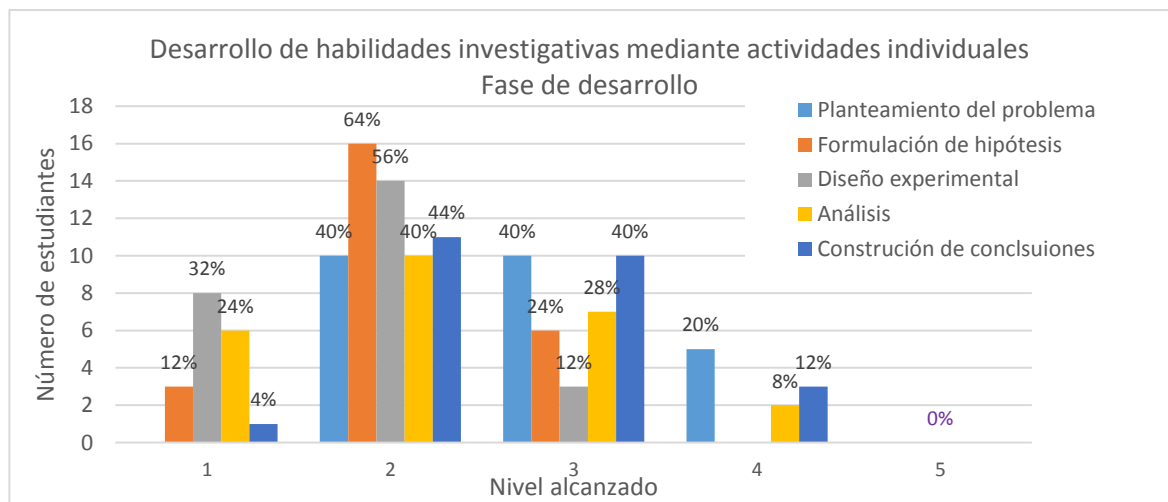
Figura 25. Evidencias del diario de campo de los estudiantes E18 E1 y E8.



Fuente: Las autoras

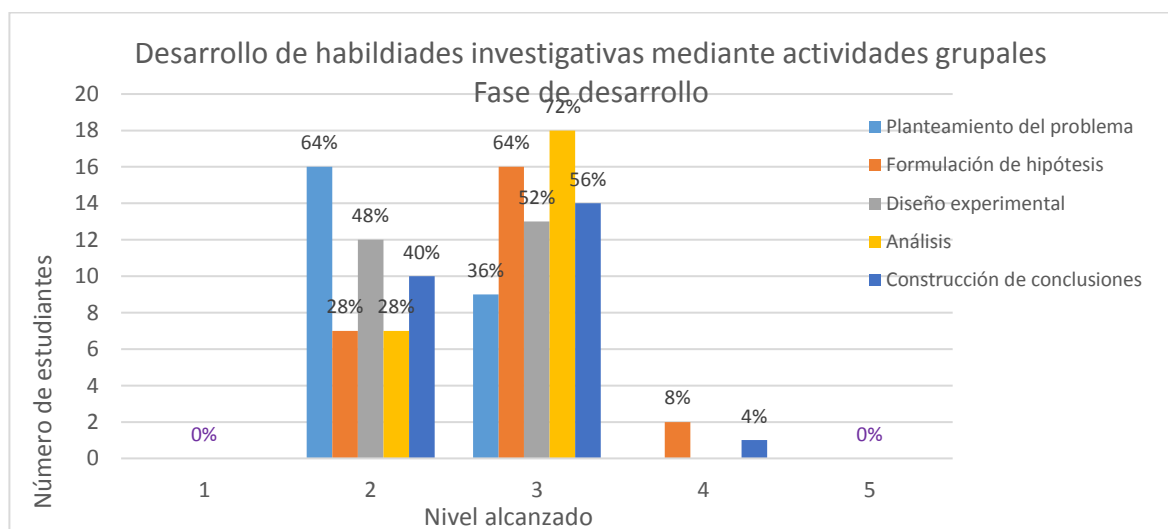
En las prácticas de laboratorio contempladas se utilizó una metodología de trabajo grupal y se observó que el nivel mínimo de desarrollo en relación a las habilidades estudiadas fue 2, a diferencia de las actividades de tipo individual en donde fue 1. Se encontró que la habilidad que más se potenció con estas actividades fue la de análisis, seguido de hipótesis, problema y diseño; la que menos se potenció fue elaboración de conclusiones.

Gráfica 6 Desarrollo de las habilidades investigativas mediante actividades individuales



Fuente: Las autoras

Gráfica 7 Desarrollo de las habilidades investigativas mediante actividades grupales



Fuente: Las autoras

Realizando una comparación entre las actividades grupales y las actividades individuales contempladas en la gráfica 1 y 2 se pudo observar que en lo que respecta al planteamiento del problema en las actividades grupales, fue mayor el número de estudiantes presentes en el nivel 2 siendo de 16 estudiantes (64%), y de 9 estudiantes en el nivel 3 (36%). Aunque fueron porcentajes elevados, en las actividades individuales, se presentó un mayor número de estudiantes en el nivel 3 (10 Estudiantes, 48%), lo cual evidencia que cuando el estudiante trabaja de forma individual manifiesta tener un nivel más alto de desarrollo, logrando identificar problemáticas de hechos o fenómenos observados y formular preguntas sencillas que se relacionan con la problemática (nivel 3).

Una de las razones por las cuales sucede esto, es debido a que una tarea investigativa al contar con diferentes grados de dificultad, da paso a que los estudiantes manifiesten diferencias en su interpretación, y con ello discrepancias con el problema que se identifique en una situación particular, de esta manera, tal como lo estudiaron Machado & Montes de Oca (2009) se facilita más a nivel individual el desarrollo de esta habilidad.

Pese a ello, con respecto a la habilidad de emisión de hipótesis, se encontró que a manera grupal 16 estudiantes (64%) expresaron sus ideas de forma clara, estableciendo predicciones que se relacionan con el problema, sin encontrar conjeturas contrastables para resolverlo (nivel 3) mientras que de manera individual el mismo número de estudiantes logró identificar las situaciones presentes en un contexto específico enfocado con el problema declarado, pero exhibieron dificultad para exponer sus ideas y predecir los resultados de los procesos contemplados (nivel 2), es decir, que aunque puedan variar las percepciones e interpretaciones para formular un problema cuando se trabaja en grupo, esas variaciones en la generación de hipótesis fomentan su desarrollo, pues a través de su socialización, se abre el panorama de opciones para dar respuesta a la pregunta problema.

Ligado al diseño experimental, mediante las actividades realizadas de manera individual, 14 estudiantes (56%) lograron alcanzar el nivel 2 y tan solo 3 estudiantes (12%) el nivel 3. Por el contrario, en las actividades grupales se observó un número similar de estudiantes tanto en el nivel 2 como en el tres, de tal manera que 12 estudiantes (48%) lograron identificar procedimientos experimentales sencillos para el abordaje de problemas, pero estos no se relacionaban con las predicciones enunciadas o bien se relacionan con dificultad (nivel 2) y 13 estudiantes (52%) aunque identificaban procedimientos adecuados para el abordaje de problemas que se relacionaban con las predicciones declaradas, presentaban dificultad en diseñarlos paso a paso con una secuencia lógica (nivel 3). Por lo tanto, aunque de manera individual hay un mayor número de estudiantes en nivel 2, al trabajar de manera grupal se logra desarrollar un poco más la habilidad de diseño experimental.

En concordancia con lo anterior, Machado y Montes de Oca Recio (2009) afirman que la interacción con los demás y la colaboración es fundamental en el proceso de aprender, ya que la cooperación entre los miembros del grupo es necesaria para abordar eficientemente la tarea investigativa pues esta se da principalmente en la discusión, el intercambio y el debate entre el docente y los estudiantes y/o entre ellos mismos.

Por otro lado, vale la pena resaltar que las habilidades investigativas presentan una correlación entre ellas. De hecho, como lo indica Rojas Cárdenas & Rojas Cortés (2000), uno de los pasos para planear un experimento y llevarlo a cabo es comprender e identificar claramente la habilidad en cuestión, teniendo en cuenta la opinión de todas las partes. De manera que, si a lo largo de una investigación el estudiante no logra identificar el problema a resolver, la habilidad de diseño experimental no se desarrollará al máximo.

Los estudiantes alcanzaron un nivel más alto en la habilidad de análisis a través de las actividades grupales: 18 estudiantes (72%) lograron relacionar los resultados de

la experimentación o de la información suministrada, presentando cierta dificultad al justificar sus ideas y/o relacionarlas con la problemática (nivel 3). En comparación con las actividades individuales, esta habilidad había sido desarrollada hasta el nivel 3, pero con un porcentaje bajo en todos los niveles. Esto indica que, al trabajar de manera grupal la habilidad de análisis puede desarrollarse mucho más.

Finalmente, mediante las actividades en grupo se logró el desarrollo de la habilidad de construir conclusiones, aumentando en el nivel 3 el número de estudiantes de 10 a 14 (del 40% al 56%), logrando redactar conclusiones que dan respuesta a la pregunta problema con dificultad, manteniendo una relación parcial con las conjeturas iniciales y/o con los resultados.

Figura 26 Registro fotográfico de algunas actividades desarrolladas a nivel grupal



Fuente: Las autoras

Si bien el trabajo grupal permite desarrollar la mayoría de las habilidades, se debe tener en cuenta durante la organización de los grupos lo que cada estudiante puede lograr de manera independiente como también el nivel que este pueda alcanzar con ayuda de los demás, pues de acuerdo con Vygotsky, citado por Machado (2009), al

trabajar en grupo pueden surgir nuevas maneras de entender y llevar a cabo las tareas investigativas por los estudiantes menos aventajados, los cuales pueden mejorar sus habilidades gracias a la ayuda ofrecida por sus compañeros más aventajados durante la socialización y discusión.

7.3. ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN

La actividad de finalización, se halla enmarcada dentro del PGA en el capítulo nociones finales y cumple el objetivo de evaluar el nivel máximo alcanzado por los estudiantes en lo que concierne a las cinco habilidades investigativas que han sido caracterizadas previamente, para lo cual se han realizado una serie de gráficas y tablas que ilustran el grado de fortalecimiento alcanzado en cada caso.

Tabla 8 Nivel de los estudiantes frente a las cinco habilidades investigativas al inicio y finalización del programa guía de actividad

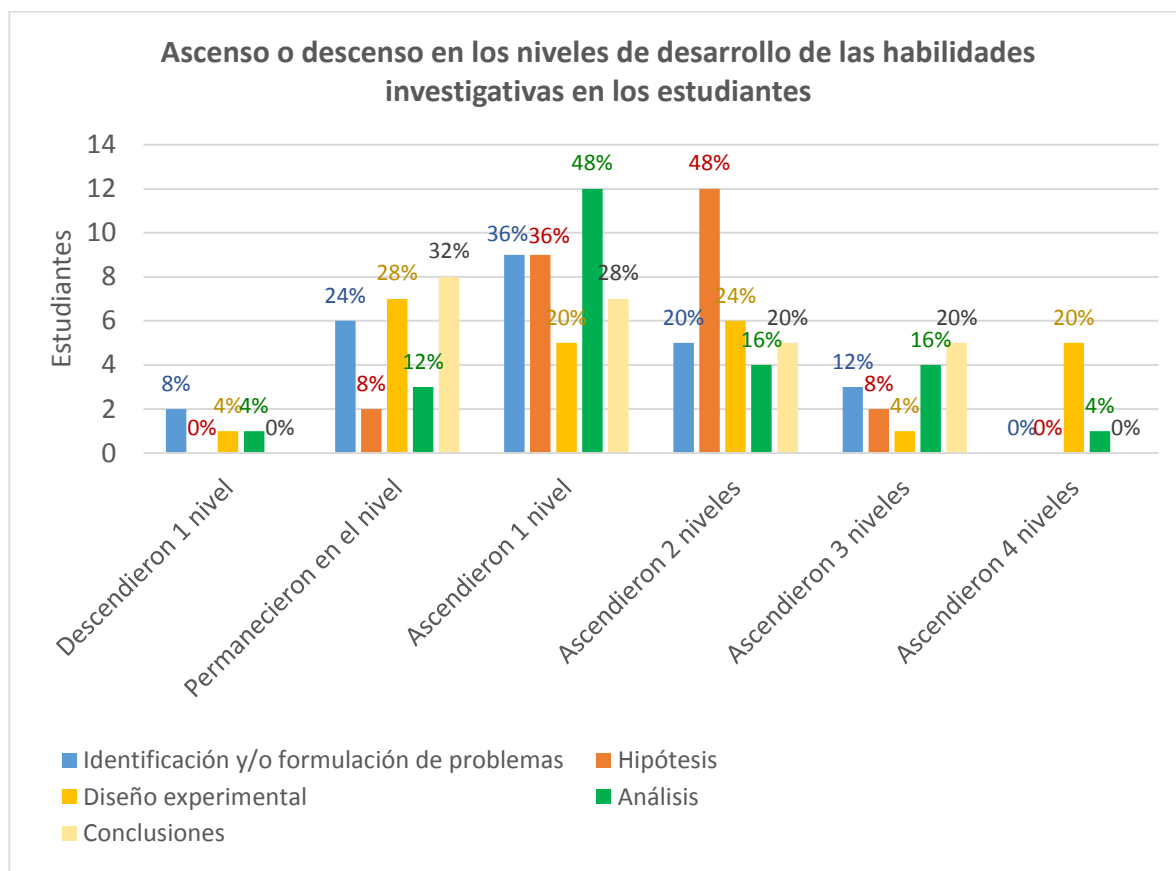
Dimensión	INICIO					FINALIZACIÓN				
	Poniendo a prueba mis habilidades investigativas					Labor investigativa: un compromiso social				
	FP	H	DE	A	C	FP	H	DE	A	C
E1	2	2	3	2	3	4	4	4	4	4
E2	2	3	1	2	2	2	5	3	3	4
E3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
E4	1	1	2	2	1	2	3	2	2	2
E5	2	2	1	1	1	2	4	5	2	1
E6	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1
E7	2	2	1	1	1	1	4	2	2	1
E8	1	2	2	1	1	4	3	5	5	3
E9	1	2	2	1	1	3	3	3	3	4
E10	1	2	1	2	1	2	3	3	3	3
E11	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2
E12	2	2	2	2	1	3	5	4	4	2
E13	1	2	2	2	1	4	2	4	4	2
E14	1	3	3	1	1	2	4	5	4	4
E15	1	1	2	2	1	2	2	1	1	4
E16	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3
E17	2	2	1	1	1	1	4	5	2	1
E18	2	2	1	2	1	3	4	5	5	3
E19	1	1	1	1	2	3	4	3	4	4
E20	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1
E21	1	1	1	1	1	2	3	5	2	2
E22	2	2	1	1	1	2	4	2	2	1
E23	1	2	2	2	1	2	4	2	2	1
E24	2	3	5	3	1	4	4	5	4	4
E25	2	1	1	2	1	5	2	5	5	4

Fuente: Las autoras

La tabla anterior, describe las categorías que fueron asignadas a las respuestas dadas por los estudiantes en dos de las actividades del PGA, tituladas como “Poniendo a prueba mis habilidades investigativas” y “Labor investigativa: un compromiso social”, que pertenecen a las actividades de inicio y finalización respectivamente. Esto como una manera de tener una visión global del proceso de cada estudiante y así resaltar de forma precisa los alcances del trabajo realizado.

Por este mismo motivo, se le llevó a cabo a la Tabla 7. un tratamiento de datos mediante el cual se dio origen a la Tabla 8 y la Gráfica 8., las cuales muestran de forma clara el número de estudiantes que ascendieron o descendieron de nivel una vez culminado el proceso.

Gráfica 8 Ascenso o descenso de los niveles de desarrollo de las habilidades investigativas por parte de la población-muestra visto a lo largo de la implementación del PGA Cultivos sin suelo.



Fuente: Las autoras

Tabla 9 Ascenso o descenso de los niveles de desarrollo de las habilidades investigativas por parte de la población-muestra visto a lo largo de la implementación del PGA Cultivos sin suelo.

Criterio	Número de estudiantes				
	FP	H	DE	A	C
Descendieron 1 nivel	2	0	1	1	0
Permanecieron en el nivel	6	2	7	3	8
Ascendieron 1 nivel	9	9	5	12	7
Ascendieron 2 niveles	5	12	6	4	5
Ascendieron 3 niveles	3	2	1	4	5
Ascendieron 4 niveles	0	0	5	1	0
Total estudiantes	25	25	25	25	25

Fuente: Las autoras

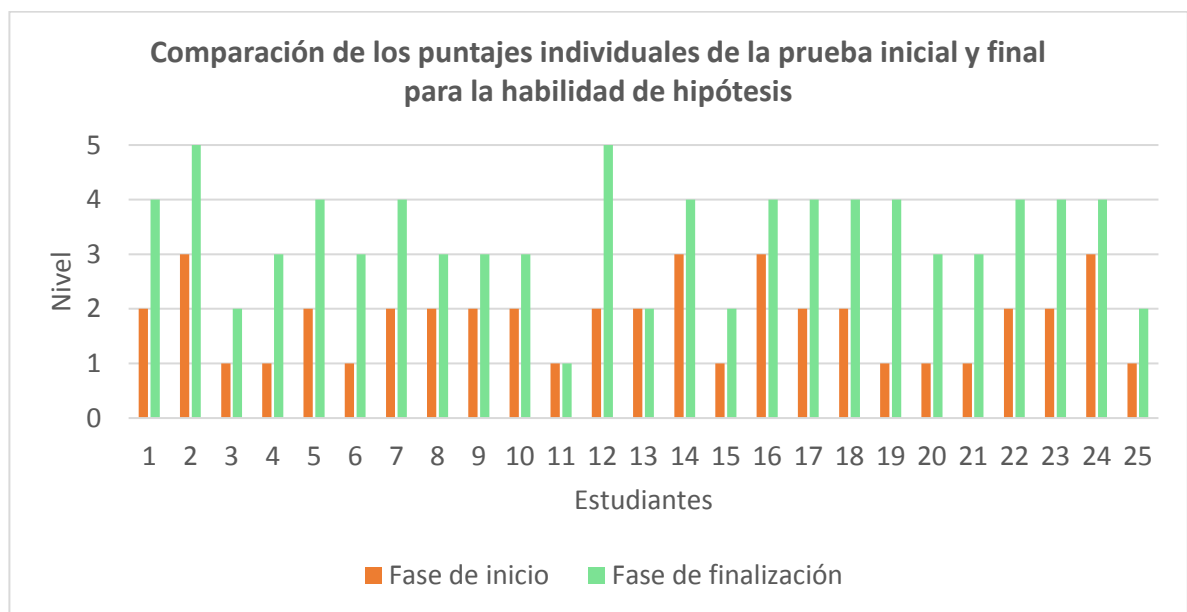
Como se había puntualizado en el análisis de la fase de inicio, los estudiantes exhibieron tener una mayor familiaridad con las habilidades de análisis y formulación de hipótesis ya que hacían parte de los pasos a los cuales acudían para resolver un problema de investigación, lo cual como se denota en los resultados obtenidos, coincide con las habilidades que más se desarrollaron. Puesto que, como se puede apreciar en Tabla 8 y la Gráfica 8. la habilidad de hipótesis encabeza la lista, al conseguir que 23 de los estudiantes, es decir el 92%, hubiera ascendido entre 1, 2 y 3 niveles, siendo el segundo el más frecuente al estar conformado por 12 estudiantes, como también lo destaca Martínez (2017) quién sostiene haber obtenido un resultado que se asemeja al mencionado.

De acuerdo con la gráfica 9, al inicio de la implementación los estudiantes presentaban dificultad para exponer sus ideas manteniendo una relación con el problema (*nivel 2*), en cambio, al final se aprecia que consiguen hacerlo de forma clara prediciendo y estableciendo conjeturas contrastables, aunque sin los referentes teóricos apropiados (*nivel 4*).

En lo que respecta a la habilidad de análisis, que fue la segunda en manifestar un mayor desarrollo, ya que se logró que 21 estudiantes, esto es el 84%, subiera 1, 2 3 y hasta 4 niveles, siendo más frecuente el primer caso el cual se halla constituido por 12 personas (Ver Gráfica 8 y 10). No obstante, a pesar de que en la fase final la tendencia de los estudiantes sigue siendo estar en el nivel 2, ello no significa que los estudiantes no hayan desarrollado esta habilidad ya que como se aprecia en la gráfica 10. muchos de los que estaban en el nivel 1 pasaron al dos y los que estaban en el 2 ascendieron al tres.

Esto probablemente a causa de que fue la habilidad que más se potenció en la fase de desarrollo mediante actividades de tipo grupal tales como laboratorios, visitas a la huerta, plenarias, entre otras, las cuales promueven un trabajo colaborativo en el cual los estudiantes más aventajados le tienden la mano a los menos aventajados (Machado *et al.* 2009), lo que influye a su vez en el cambio constante de las nociones de los estudiantes (Salcedo y García 1995, citados por Ramírez, 2014), por lo que las actividades deben adaptarse conforme a ello.

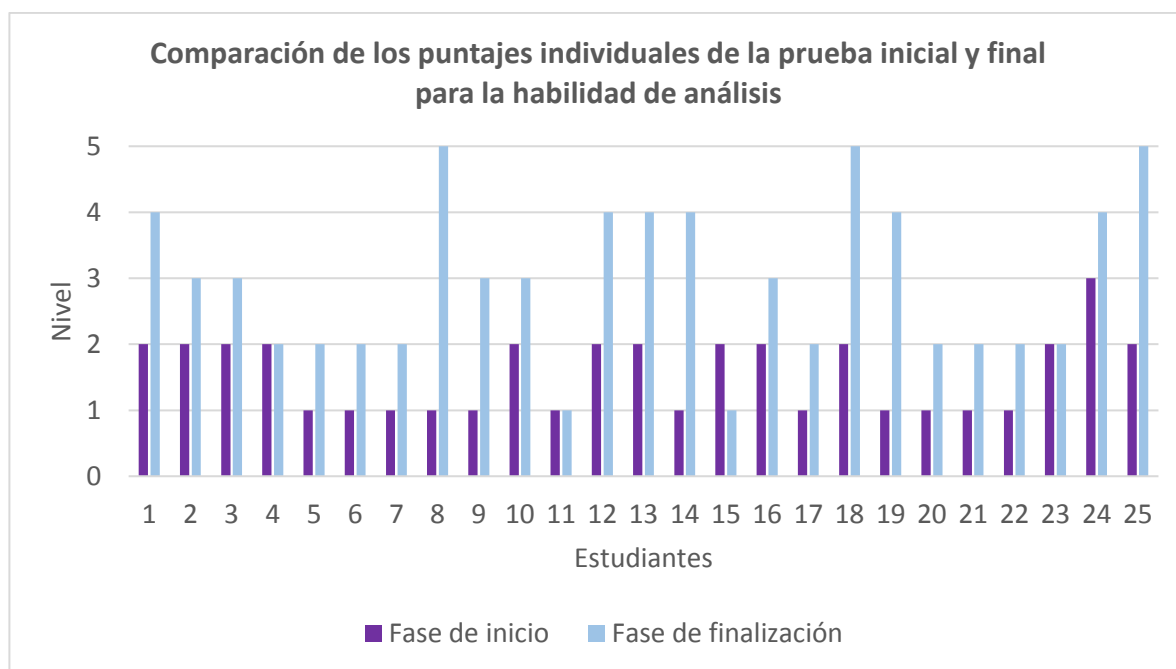
Gráfica 9 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de hipótesis.



Fuente: Las autoras

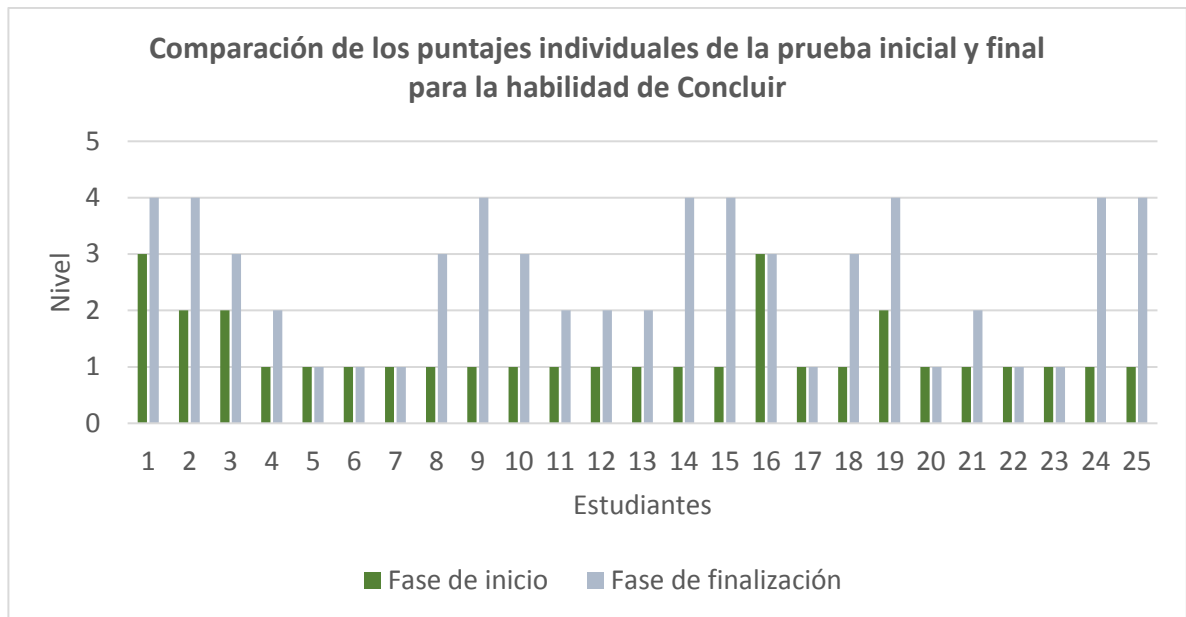
La siguiente habilidad de la lista de las más desarrolladas es la de concluir que, como se evidencia en la gráfica 8 el 68% de la población-muestra, lo que equivale a 17 personas, aumento 1,2 o 3 niveles. De las cuales 8 estudiantes se hallan dentro del nivel 4, en el cual el estudiante es capaz de seguir un hilo conductor coherente para inferir a partir de los procesos y datos, emitiendo conclusiones que responden a la pregunta problema y se relacionan con las conjeturas iniciales. De esta habilidad cabe recordar que era la que representaba una mayor dificultad para los estudiantes, puesto que el 80% de los estudiantes estaban situados en el nivel 1.

Gráfica 10 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de análisis.



Fuente: Las autoras

Gráfica 11 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de Concluir.

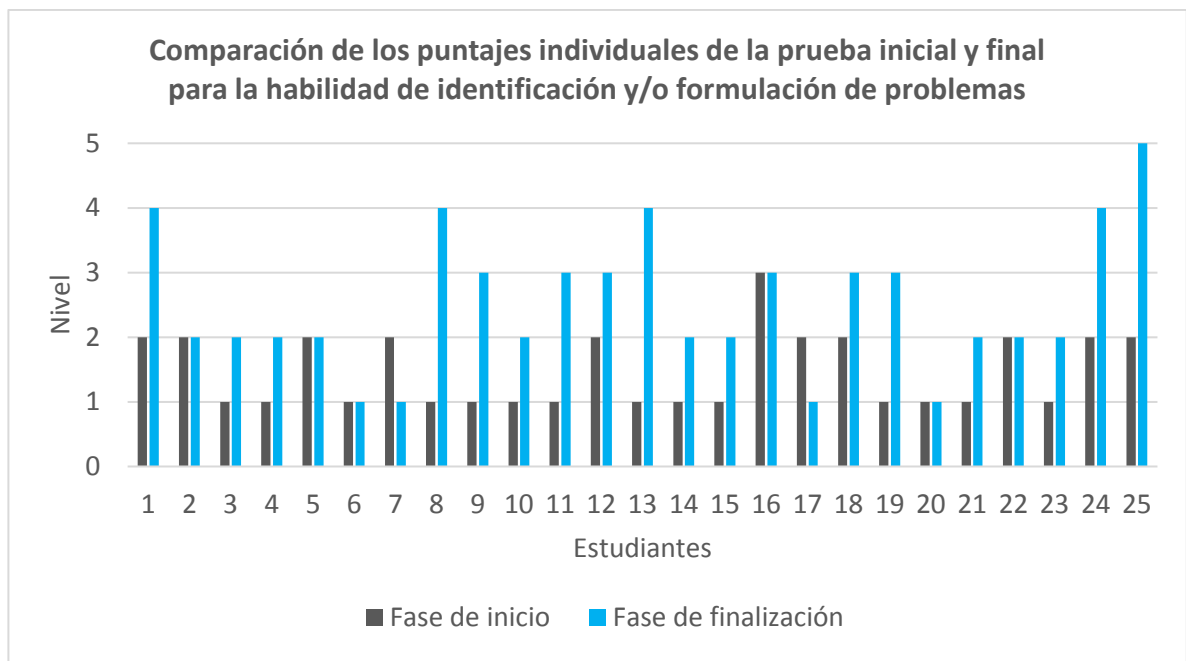


Fuente: Las autoras

La siguiente habilidad en de la lista en cuanto al desarrollo alcanzado es la de identificar y formular problemas, en donde también se evidencia que el 68% de los estudiantes incrementa de nivel, principalmente los que se encontraban dentro del nivel 1, por lo que se tiende a permanecer en el nivel 2. Sin embargo, se presenta una tendencia de mejora al incluirse más estudiantes en los niveles 3, 4 y 5, en donde como mínimo se identifican problemáticas de hechos o fenómenos observados, formulando preguntas sencillas que se relacionan con la problemática (Ver Gráfica 12).

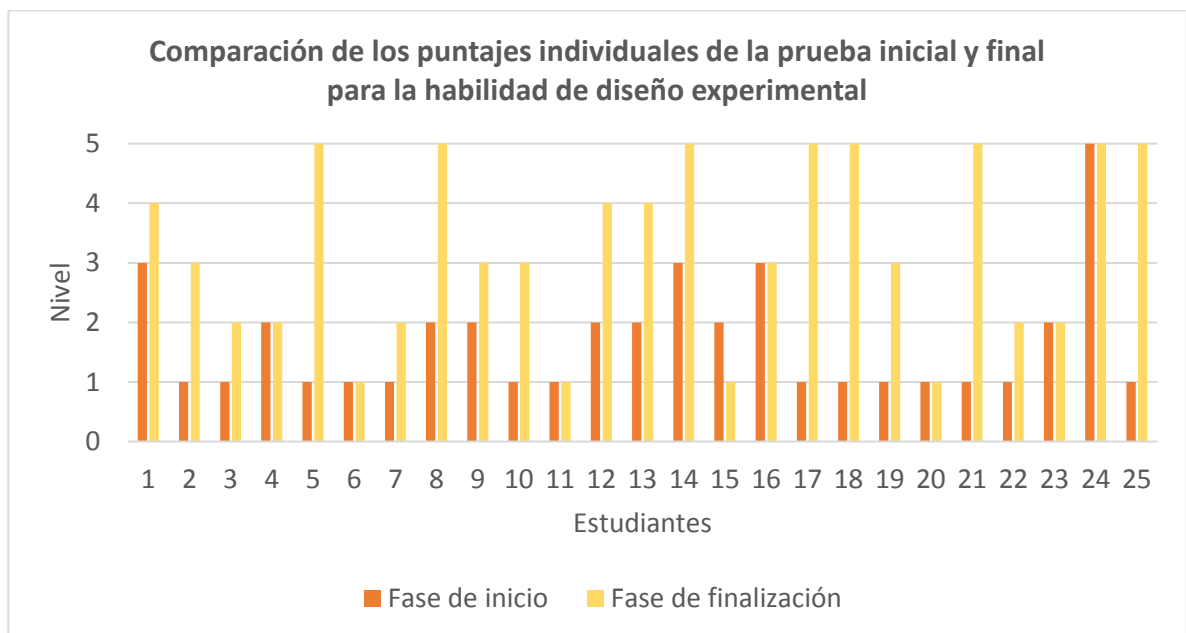
Finalmente, se encuentra la habilidad de diseño experimental, la cual demuestra alcanzar un desarrollo del 64%, equivalente a 16 personas. Esta habilidad aunque demuestra tener un bajo porcentaje de desarrollo con relación a la demás habilidades, demuestra tener el mayor número en la cual el estudiante es capaz de diseñar y/o poner a prueba montajes experimentales o procedimientos, con un orden lógico que le permite contrastar la hipótesis planteada en el proceso de investigación (Ver Gráfica 13).

Gráfica 12 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de identificación y/o formulación de problemas.



Fuente: Las autoras

Gráfica 13 Comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de diseño experimental.



Fuente: Las autoras

Para dar una visión global del proceso se ha construido la Tabla 10, la cual reporta el número de estudiantes que se encontraban en los niveles correspondientes en relación a las habilidades investigativas tanto antes como después de la fase de desarrollo, ya que estas habilidades al ser de carácter individual arrojarían valores más confiables para realizar la caracterización respectiva puesto que las habilidades son inherentes de cada persona.

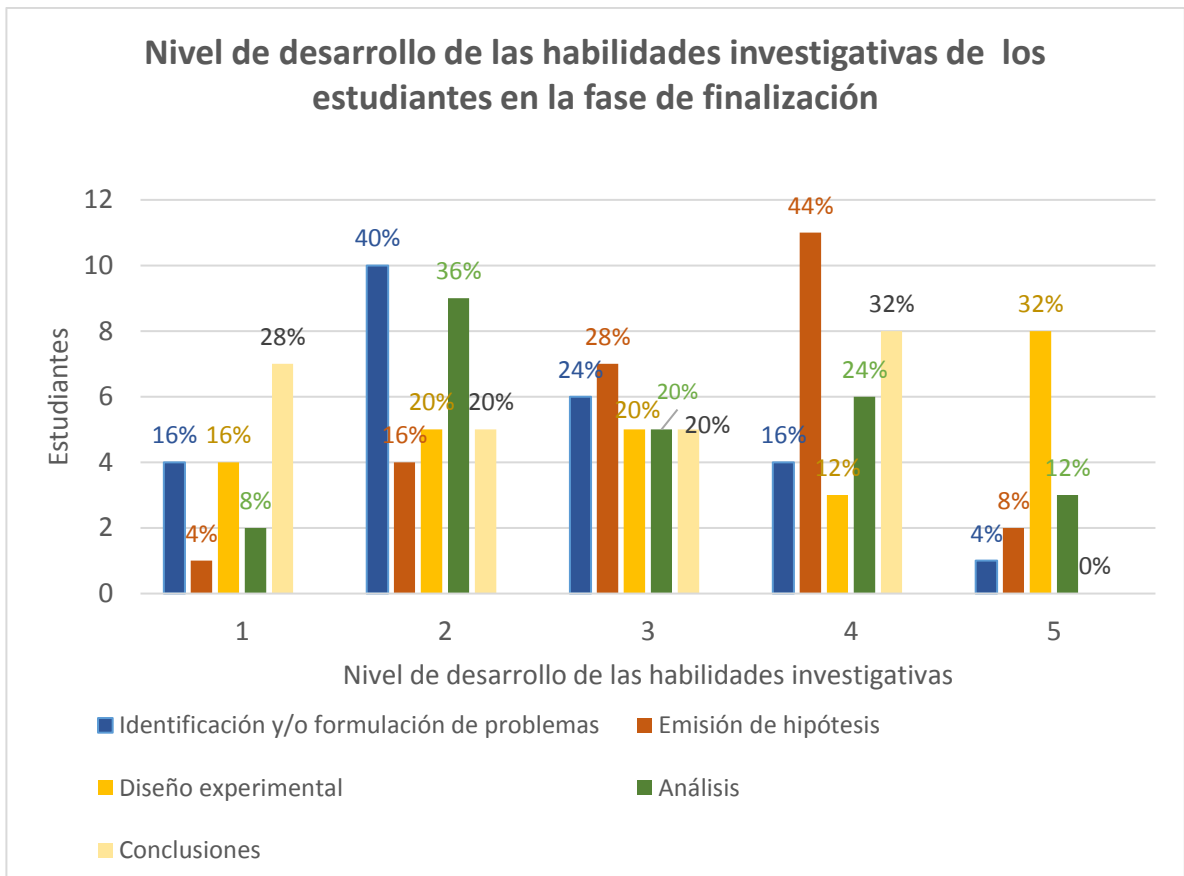
Tabla 10 Nivel en el que se encontraban los estudiantes al iniciar y finalizar el PGA

Nivel	INICIO					FINALIZACIÓN				
	Noticia de Daniel Poniendo a prueba mis habilidades					Labor investigativa: un compromiso social				
	FP	H	DE	A	C	FP	H	DE	A	C
1	14	9	14	12	20	4	1	4	2	7
2	10	12	7	12	3	10	4	5	9	5
3	1	4	3	1	2	6	7	5	5	5
4	0	0	0	0	0	4	11	3	6	8
5	0	0	1	0	0	1	2	8	3	0
Total estudiantes	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Fuente: Las autoras

En cuanto a la Gráfica 14, es una representación de los niveles que lograron los estudiantes tras la aplicación del PGA, la cual se expone para visualizar y hacer evidente el cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación, pues como se observa se logró conseguir que un número significativo de estudiantes fortaleciera sus habilidades lo suficiente como para alcanzar los niveles más altos de desarrollo que corresponden a las categorías 4 y 5.

Gráfica 14 comparación de los puntajes individuales de la prueba inicial y final para la habilidad de diseño experimental.



8. CONCLUSIONES

En relación con los objetivos propuestos se puede afirmar que las actividades de inicio del PGA cultivos sin suelo, permitieron caracterizar satisfactoriamente el nivel inicial de los estudiantes que cursan el programa de Educación Media Integral en la jornada tarde del colegio distrital Ramón de Zubiría, en torno a las cinco habilidades investigativas, demostrando niveles bajos de desarrollo con respecto a la habilidad de elaboración de conclusiones, seguido de la habilidad de formulación de problemas y diseño experimental, por lo tanto, los estudiantes en esta etapa no plantean conclusiones coherentes con el problema e hipótesis formulada, así como tampoco consiguen identificar hechos o situaciones problemáticas, plantear preguntas (Cañal, 2010) y diseñar experimentos que contribuyen a su resolución (Gil,1993).

Por su parte, las habilidades de formulación de hipótesis y elaboración de análisis son las que revelan tener un más alto grado de desarrollo, pues exhiben un mayor número de estudiantes en el nivel 2, lo cual coincide con la tendencia que presentan los estudiantes a aludir a ellas como parte de los pasos que utilizan para resolver un problema de investigación. Esto indica que, si bien los estudiantes plantean hipótesis que se relacionan con la problemática estas no son contrastables (Hernández, 1991), ni cuentan con un fundamento teórico (Cañal, 2012) que permita predecir los posibles resultados (Ferrés et al. 2015), en cuanto a la habilidad de análisis, se les dificulta relacionar e interpretar los resultados obtenidos de la experimentación (Cañal, 2012) o de información suministrada.

Un aspecto que se correlacionó con los bajos niveles de desarrollo encontrados, radica en la baja participación de los estudiantes en proyectos de investigación, pues al ser carente la incursión de estrategias que propendan por el fortalecimiento de estos, se obstaculiza el desarrollo de las habilidades investigativas (Mesa, 2011).

Relativo a las actividades de desarrollo del PGA cultivos sin suelo, es importante resaltar que si bien en el trabajo grupal los estudiantes demuestran tener un mayor

desarrollo frente a las cinco habilidades planteadas, para efectos de evaluar la incidencia de la implementación del PGA en relación a los objetivos trazados, es pertinente contrastar las actividades de inicio y finalización, puesto que el trabajar de forma grupal puede ocasionar que algunos estudiantes se sitúen dentro de un nivel al cual no pueden llegar de manera independiente sino únicamente mediante la colaboración ofrecida por sus compañeros más aventajados (Machado *et al.* 2009).

Por otro lado, se destaca que la implementación del PGA fundamentado en los cultivos alternativos, aeropónico e hidropónico, si favorece el desarrollo de las cinco habilidades investigativas ubicando en el primer lugar a la habilidad de formulación de hipótesis en la cual se consiguió que el 92% de la población-muestra, correspondiente a 23 estudiantes, ascendiera 1, 2 o 3 niveles de desarrollo, lo cual se traduce a que al inicio de la implementación los estudiantes presentaban dificultad para exponer sus ideas manteniendo una relación con el problema, mientras que, al finalizar el PGA consiguen hacerlo de forma clara prediciendo y estableciendo conjeturas contrastables (Hernández, 1991), aunque sin los referentes teóricos apropiados.

En el segundo lugar se ubica la habilidad de análisis, de la cual se destaca que disminuyó significativamente el número de estudiantes que se encontraba en el nivel 1, incrementando el número de estos en los niveles 3, 4 y 5, denotándose un avance significativo de desarrollo puesto que ahora organizan e interpretan los resultados obtenidos estableciendo relaciones entre ellos (Cañal, 2012) y enfocándose en el problema declarado.

En torno a la habilidad de elaboración de conclusiones, tercera en la lista de fortalecimiento, se encuentra que después de la implementación de la propuesta los estudiantes demuestran seguir un hilo conductor coherente que les permite inferir a partir de los procesos y datos información pertinente para emitir una conclusión,

dando respuesta a la pregunta problema (Pérez & López, 1999) y manteniendo una relación con las conjeturas iniciales.

Respecto a la habilidad de identificación y/o formulación de problemas se observa que los estudiantes lograron plantear preguntas sencillas que se relacionan parcialmente con el problema a resolver, pero sin reconocer los motivos que conllevan a este (Cañal, 2012). Ya en relación al diseño experimental, el cual pese a ser la habilidad menos fortalecida referente al número de estudiantes que lograron subir de nivel, encuadra a aquellos que pudieron alcanzar el criterio más alto establecido en la rúbrica de evaluación, en el cual logran diseñar y realizar experimentos para resolver el problema de investigación (Gil, 1993) y contrastar las hipótesis propuestas (Tamir et al., 2010).

Finalmente, se destaca que un aspecto que contribuyó al cumplimiento de los objetivos fue el construir con los estudiantes los montajes de cultivos alternativos, aeropónico e hidropónico, así como llevar un control del crecimiento y desarrollo de la lechuga romana y de la solución nutritiva respecto a los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto óptimos para dicho cultivo, puesto que ello los acerca más a las problemáticas que se exponen en el Programa Guía de Actividades.

9. RECOMENDACIONES

En lo que respecta a la elaboración de un Programa Guía de Actividades (PGA) se aconseja incluir situaciones problemáticas propiciando escenarios que le permitan al estudiante interactuar con ellas y llegar a una posible solución, sin olvidar el rol del docente como orientador y facilitador del aprendizaje, puesto que ello hace posible fomentar actitudes hacia la investigación que favorecen el fortalecimiento de las habilidades investigativas. Cabe resaltar, que entre las actividades que lo conforman es preciso incluir algunas que permitan caracterizar el nivel de desarrollo que los estudiantes al inicio de la propuesta para saber sobre cual habilidad es pertinente hacer énfasis para fortalecerla y así evaluar al final del proceso los alcances de la investigación.

Respecto a los cultivos alternativos se recomienda, en primer lugar, hacer una revisión del presupuesto con el que se cuenta para la elaboración de las estructuras debido a que el costo de las propuestas distan mucho, requiriendo una mayor inversión la construcción del sistema aeropónico, puesto que implica tener un sistema de automatización que mínimamente encienda y apague la bomba para aumentar su tiempo de vida útil. Asimismo, según los parámetros de control que se quieran tomar, aumentará el costo por los componentes electrónicos que lo constituyen. Se recomienda incluir dentro de estos los sensores de luminosidad y de nivel, ya que permiten tener un mayor control del crecimiento y desarrollo de las plantas.

En cuanto a la estructura hidropónica se resalta que esta requiere de un menor costo pero, a diferencia de la aeropónica, demanda un mayor tiempo de crecimiento del cultivo debido a que brinda una menor oxigenación radicular. De igual manera, es importante mencionar que la estructura hidropónica puede soportar hortaliza con un peso mayor al de la lechuga romana en contraste con la aeropónica.

En torno a la solución nutritiva que circula por ambas estructuras es preciso revisar los valores de pH y Conductividad eléctrica (CE) una vez preparada y compararlos

con los óptimos para obtener unos buenos resultados en el crecimiento y desarrollo de la hortaliza que se desea cultivar, ajustando si es necesario el pH con bicarbonato de sodio o ácido cítrico según sea el caso.

Así como es importante llevar a cabo un control de estos parámetros a la hora de disponer la solución nutritiva en los tanques contenedores también es necesario realizar de forma frecuente puesto que los valores de pH y CE cambian con el tiempo a causa de la absorción de nutrientes por las plantas. Cabe resaltar, que cada 20 días se recomienda preparar nueva solución nutritiva ya que la cantidad de macro y micronutrientes serán escasos lo que conlleva a evidenciar problemas por déficit de estos. Asimismo, pasado este tiempo es difícil mantener una CE dentro del rango adecuado ya que está tiene a aumentar con el paso de los días. Asimismo, se recomienda mantener una buena oxigenación de la solución nutritiva ya que esto evita el desarrollo de hongos al tiempo que permite un mayor rendimiento en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar Antillón, L. (2004). *Hidroponía cultivo sin tierra*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Barros Alberoni, R. (1997). *Hidroponia: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo*. São Paulo: Nobel.
- Barros, P. (20 de Mayo de 2017). *La hidroponía*. Obtenido de Biblioteca virtual universal: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88764.pdf>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Bernal Torres, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Pearson.
- Bizuet García, A. (Febrero de 2014). *Tesis para obtener título de Ingeniero Mecatrónico "Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga simpson"*. Obtenido de UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3075/Tesis.pdf?sequence=1>.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas de los estudiantes: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencia. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(2), 155-169.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, 5-17.
- Cárdenas, C., & Zúñiga, L. (2016). *Programa guía de actividades para el aprendizaje significativos de conceptos relacionados con las propiedades de los elementos químicos*. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/281/TO-19296.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colegio Ramón de Zubiría I.E.D. (2017). *Manual de convivencia*. Recuperado el 3 de Enero de 2018, de Colegio Ramón de Zubiría I.E.D.: <http://ramondezubiria.edu.co/manual.php>
- Duque, R. (8 de abril de 2016). *scribd*. Obtenido de Conductividad eléctrica: <https://es.scribd.com/document/307473532/Conductividad-electrica-pdf>
- Dúran, J., Martínez, E., & Navas, L. (2000). Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía (I). *Vida rural*, 40-43.
- Escuela de Profesiones Técnicas. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de Instalaciones electrotécnicas: <http://www.pertiga.es/pdf/ie/ie34.pdf>

- FAO. (1999). *Cuestiones de la agricultura urbana*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación:
<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm>
- Fernandez Navarro, M. A. (16 de 05 de 2018). *Repositorio Digital de la Universidad Politécnica de Cartagena*. Obtenido de Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes:
<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3130/pfc5030.pdf?sequence=1>
- Ferrés, C., Marbá, A., & Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 22-37.
- Forero, R., Parra, H., Luna, R., & Rivera, E. (2011). Agricultura urbana: Sistemas de implementación de cultivos hidropónicos. *Universidad de América*, 127-141.
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 33(2), 231-252.
- Gil Pérez, D., & Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 3-12.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la epistemología de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Historia y epistemología de las ciencias*, 197-212.
- Gilsanz, J. C. (2007). *Hidroponía*. Uruguay: INIA.
- Guisasola, J., Zubimendi, J., Almundí, J. M., & Ceberio, M. (2007). Propuesta de enseñanza en cursos introductorios de física en la universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados. *Investigación didáctica*, 25(1), 91-106.
- Hernández, R. (1991). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- Hierrezuelo, J. (1991). Una nueva generación de materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias: los programas guía de actividades. *Revista de educación*, 295, 463-486.
- Machado Ramirez, E. F., & Montes de Oca Recio, N. (2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: ABSTI. *Humanidades Médicas*.
- Machado Ramírez, E., & Montes de Oca Recio, N. (Abril de 2009). Las habilidades investigativas y la nueva Universidad: Terminus a quo a la polémica y la discusión. *Humanidades Médicas*, 9(1), 0-0. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de Scielo:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100002

- Machado Ramírez, E., Montes de Oca Recio, N., & Mena Campos, A. (2008). El desarrollo de habilidades investigativas como objetivo educativo en las condiciones de la universalización de la educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria*, 13(1), 156-180.
- Martínez Daza, Y. (2017). Desarrollo de habilidades investigativas desde el modelo de aprendizaje por investigación: Un estudio en el contexto de la enseñanza de la química en la educación media. Bogotá, Colombia.
- Martínez Gutierrez, G., Ortiz Hernández, Y., & López Pozos, R. (2012). Oxigenación de la solución nutritiva recirculante y su efecto en el tomate y la lechuga. *Fitotec*, 49-52.
- Martínez Parra, D. J., Paz García, P. C., & Timaran Cabrera, C. H. (2014). *La huerta escolar como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias de las ciencias naturales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los niños y niñas de tercer grado de la escuela corazón de maría*. Obtenido de Universidad de Nariño: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90320.pdf>
- Mesa, O. T. (2011). Modelo metodológico para desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes de la básica, media y media técnica. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Milacron Mexicana Sales. (1 de Noviembre de 2004). *CIMCOOL*. Obtenido de ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto?: <http://www.cimcool.ca/uploads/downloads/Porqueesimportanteeloxigenodisuelto.pdf>
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. (Abril de 2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la Educación Superior: un acercamiento para su desarrollo. *Humanidades Médicas*, 9(1), 0-0. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100003
- Moreno Bayardo, M. G. (2005). Potenciar la educación. Un curriculum transversal de formación para la investigación. *REICE. Revista iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en educación. Vol 3 N° 1*, 520-540.
- Núcleo ambiental S.A.S. (2015). *Manual Lechuga*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & Pro, A. (2012). El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave. *Revista de investigación*, 20(87), 299-302.
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15-29.
- Pérez López, G., & Velásquez Angulo, C. (2013). *Huerto urbano sostenible*. Madrid: Mundiprensa.
- Peréz, C., & López, L. (1999). Las habilidades e invariantes investigativas en la formación del profesorado. Una propuesta metodológica para su estudio. *Pedagogía Universitaria*, 13-44.

- Ramírez Mora, I. A. (2014). *Un modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación para el estudio de la ley de acción de masas, a través de un PGA con apoyo de las TIC*. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional:
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/250>
- Restrepo Gómez, B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(53), 103-112.
- Robredo, P., Quiroga, M., & Echazú, R. (2001). *Análisis comparativo de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos en invernadero*. Salta: Universidad Nacional de Salta.
- Rojas Cárdenas, L. E., & Rojas Cortés, L. (2000). Exploración al diseño experimental. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 51-59.
- Ruiz Pérez, A. (2014). Habilidades científico-investigativas a través de la investigación formativa en estudiantes de educación secundaria. *UCV - HACER: Revista de Investigación y Cultura*, 16-30.
- Sanabria Suarez, D. (12 de Julio de 2006). *Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2017, de IDEAM:
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>
- Secretaría de educación pública. (13 de Mayo de 2017). *Convenio de educación para la vida y el trabajo educamba*. Obtenido de PRODUCCIÓN DE JITOMATE MEDIANTE TÉCNICAS DE HIDROPONIA:
http://www.conevyt.org.mx/educamba/guias_emprendizaje/SOLUCION_NUTRITIVA.pdf
- Tamir, P., Nussinovitz, R., & Friedler, Y. (2010). The desing and use of a practical test assessment inventory. *Journal of biológica education*, 37-41.
- Texier, W. (2013). *Hydroponics for everybody. All about home horticulture*. Paris: Mama Editions.
- Torres Tobías, A. (21 de Mayo de 2017). *Aprendizaje basado en la invetigación Técnicas didácticas*. Obtenido de Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes:
http://www.itesca.edu.mx/documentos/desarrollo_academico/Metodo_Aprendizaje_Basado_en_Investigacion.pdf
- Umbarila, X. (2014). *Dificultades de aprendizaje del concepto de disolución: un análisis crítico de su enseñanza y una propuesta de mejora*. Obtenido de Universidad Pedagógica Nacional:
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/82/TO-17734.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velazco, N. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de Microcontroladores:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontroladores.pdf>

Vera Espitia, J. A. (2015). *La huerta escolar como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas en la Intitución Educativa Maestro Pedro Nel Gómez*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/48064/1/80420453.2015.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Rúbrica de evaluación para la categorización de las respuestas dadas por los estudiantes basada en Ferrés et al. (2015)

H/I	(1) Bajo	(2) Básico	(3) Intermedio	(4) Alto	(5) Superior
<i>F. problemas</i>	No consigue identificar problemáticas de hechos o fenómenos observados, o bien, la pregunta problema que formula, no se relaciona con la problemática que se quiere resolver.	Identifica con dificultad problemáticas de hechos o fenómenos observados, formulando preguntas sencillas que se relacionan parcialmente con la problemática a resolver.	Identifica problemáticas de hechos o fenómenos observados, formulando preguntas sencillas que se relacionan con la problemática.	Identifica una problemática y plantea preguntas de tipo contextual o disciplinar, exponiendo preguntas que contribuyen a la resolución de esta	Identifica fácilmente problemas de hechos o fenómenos percibidos en la experimentación, reconociendo los motivos que conllevan a estos, promoviendo una investigación más específica y con los fundamentos teóricos que esta demanda.
<i>Hipótesis</i>	No identifica las situaciones presentes en un contexto específico o tiene inconvenientes en establecer predicciones que se enfoquen en la problemática.	Identifica las situaciones presentes en un contexto específico. Sin embargo, exhibe dificultad para exponer sus ideas y predecir los resultados de un proceso, pero cuando lo hace se enfoca en el problema declarado.	Expresa sus ideas de forma clara, estableciendo predicciones que se relacionan con el problema, pero no encuentra conjeturas contrastables para resolverlo.	Predice y establece conjeturas contrastables, pero se le dificulta formular hipótesis incluyendo los referentes teóricos apropiados.	Predice, establece conjeturas contrastables y plantea hipótesis para resolver un problema de forma clara y coherente. Estas pueden ser confirmadas o refutadas a partir de la experimentación, con los referentes teóricos apropiados.
<i>D. Experimental</i>	Se le dificulta identificar pruebas o experiencias para abordar un problema, o bien, no las aplica en la resolución del mismo.	Identifica procedimientos experimentales sencillos para el abordaje de problemas, pero estos no se relacionan con las predicciones enunciadas o bien se relacionan con dificultad.	Presenta dificultad en diseñar paso a paso los procedimientos adecuados para el abordaje de problemas con una secuencia lógica, sin embargo, estos se relacionan con las predicciones declaradas.	Diseña paso a paso las pruebas o experiencias a realizar para la resolución de problemas experimentales, conservando una relación entre ellas, así como con las predicciones o conjeturas planteadas	Diseña y/o pone a prueba montajes experimentales o procedimientos, con un orden lógico que le permite contrastar la hipótesis planteada en el proceso de investigación.
<i>Análisis</i>	No consigue relacionar los resultados obtenidos de la experimentación o de información suministrada.	Se le dificulta relacionar los resultados obtenidos de la experimentación o de la información suministrada para justificar sus ideas, presentándolas de manera parcial o incoherente.	Describe los resultados obtenidos de la experimentación o de información suministrada, pero se le dificulta justificar sus ideas y/o relacionarlas con la problemática.	Contrasta la teoría con las evidencias obtenidas y cuando lo hace se enfoca en el problema declarado de forma clara.	Contrasta los resultados obtenidos de forma coherente con los referentes teóricos y procedimentales, emitiendo explicaciones que tienen una conexión general con el problema.
<i>Conclusiones</i>	No emite una conclusión o generalización alguna, o cuando lo hace no la relaciona con la problemática a resolver.	Se le dificulta relacionar y/o describir los datos y procesos de la investigación con la problemática, en ocasiones no involucra las conjeturas iniciales.	Redacta las conclusiones dando respuesta a la pregunta problema con dificultad, manteniendo una relación parcial con las conjeturas iniciales y/o con los resultados.	Sigue un hilo conductor coherente para inferir a partir de los procesos y datos, emitiendo conclusiones que responden a la pregunta problema relacionándolas con las conjeturas iniciales.	Plasma de forma clara y precisa conclusiones, dando respuesta a la problemática planteada, evidenciando una relación directa con la hipótesis, puesto que la afirma o refuta.

ANEXO 2. Categorización de las respuestas dadas por los estudiantes a las diferentes actividades del PGA cultivos sin suelo los estudiantes mediante la utilización de la Rúbrica de evaluación

PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES CULTIVOS SIN SUELO																																																														
Dimensión	INICIO					DESARROLLO																				FINALIZACIÓN																																				
	Poniendo a prueba mis habilidades investigativas					Investigación de Johanna					Trabajando con Rafael					¿Por qué se murieron las plantas?					Laboratorio										Labor investigativa: un compromiso social																															
																					Pardoamiento enzimático					Indicador de pH natural									Conductividad eléctrica					pH con potenciómetro					pH y CE de la s/n nutritiva					Oxígeno disuelto												
	PP	H	DE	A	C	PP	H	DE	A	C	PP	C	PP	H	PP	H	DE	H	DE	H	DE	A	C	PP	H	DE	A	C	PP	H	DE	A	C	PP	H	A	C	PP	H	DE	A	C	DE	PP	C	A	DE	H	H	A	PP											
E1	2	2	3	2	3	4	2	3	3	4	3	2	4	3	4	2	2	5	3	2	3	3	2	1	2	2	2	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	3	2	2	3	3	2	2	1	4	4	4	3	2	3	4	4	2								
E2	2	3	1	2	2	2	1	1	2	3	3	2	3	2	2	2	1	3	1	3	3	2	1	2	3	3	2	1	2	1	3	2	2	2	3	2	4	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	4	2	2	3	5	3	2								
E3	1	1	1	2	2	1	2	2	3	3	4	3	2	2	1	2	3	2	1	3	1	2	3	3	3	3	4	5	2	3	2	3	4	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2									
E4	1	1	2	2	1	2	3	2	2	2	3	1	3	2	4	2	2	1	1	1	2	3	3	1	2	2	2	2	4	4	4	4	2	3	4	3	4	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	1	1	2											
E5	2	2	1	1	1	3	4	2	4	5	3	2	2	2	2	4	3	2	1	3	1	2	3	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	1	2	5	4	2	3	3	2	3	4	1	1	1	2	5	4	3	2	2									
E6	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	5	3	1	2	2	3	1	2	3	3	3	3	4	5	2	3	2	3	4	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1	1	1	1	1	3	1	2	1						
E7	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	3	2	1	4	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	2	1						
E8	1	2	2	1	1	3	2	2	3	2	4	1	2	2	5	2	2	1	1	4	3	3	3	4	4	4	3	5	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	1	2	2	5	5	4	4	4	5	3	3	2	4	3	1	5	4						
E9	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	2	5	2	1	3	1	3	3	2	1	2	3	3	2	1	2	1	3	2	2	2	3	2	4	2	2	2	1	3	2	2	2	3	2	4	2	2	3	3	3	3								
E10	1	2	1	2	1	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	4	3	2	1	3	3	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	3	2	3	3	2	4	5	2	5	4	2	3	3	2	3	4	3	2	3	3	2	3	2	2				
E11	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	2	4	1	1	2	4	3	2	1	4	2	3	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	4	5	2	5	4	2	3	3	2	3	4	1	3	2	1	1	1	1	2					
E12	2	2	2	2	1	3	3	2	2	3	2	3	1	2	2	3	1	3	2	3	1	2	3	3	3	4	5	2	3	2	3	4	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	4	5	3	4	3					
E13	1	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	4	1	2	3	4	3	2	1	3	1	2	3	3	3	3	4	5	2	3	2	3	4	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1	2	2	1	4	1	2	4	4						
E14	1	3	3	1	1	2	3	3	3	4	4	3	2	3	5	2	1	2	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	1	3	2	4	2	5	2	4	4	2
E15	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	5	2	1	2	3	2	2	1	1	3	1	2	3	3	3	3	4	5	2	3	2	3	4	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	1	2	4	1	1	1	2	1	2						
E16	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4	1	2	2	2	2	2	3	4	2	3	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	3	2	3	3	2	4	5	2	5	4	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	4	3	3	3			
E17	2	2	1	1	1	1	3	2	2	2	3	2	2	2	5	2	1	3	1	3	3	2	1	2	3	3	2	1	2	1	3	2	2	3	4	2	3	3	2	2	2	1	3	2	2	2	2	3	1	1	2	5	4	1	2	1	2					
E18	2	2	1	2	1	3	2	2	2	2	5	2	2	3	5	2	3	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	5	2	3	3	3	3	2	2	3	2	4	2	5	4	2	3	3	2	3	4	5	2	3	5	5	3	4	4	3						
E19	1	1	1	1	2	2	2	3	2	1	1	3	2	1	5	2	1	2	2	3	3	2	1	2	3	3	2	1	2	1	3	2	2	3	4	2	3	3	2	2	2	1	3	2	2	2	3	3	4	3	3	4	2	4	3							
E20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	5	3	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1		
E21	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	5	4	1	2	5	2	1	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	5	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	2	1	2	2	5	5	4	4	4	3	2	2	1	5	3	1	2	1		
E22	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	3	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	1	1	3	2	1	1	2	2	1	2	1	2	4	2	1		
E23	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	3	1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	3	3	1	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	3	4	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	4	2	1				
E24	2	3	5	3	1	3	3	3	4	4	4	3	4	4	5	4	3	3	3	5	3	3	3	4	4	4	3	5	2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	1	2	2	5	5	4	4	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4					
E25	2	1	1	2	1	3	2	2	3	2	3	3	4	3	4	2	2	2	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3	4	4	3	3	2	3	4	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	5	5	4	1	1	2	2	5	2			

