

Capítulo 5. Estudio sobre la flora medicinal del norte de Colombia para fortalecer las competencias científicas*

Emilio José Arrieta García

Shirley del Carmen Ramos Navas

Tomás Enrique Díaz Miranda

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje es importante apuntar hacia la articulación escuela-comunidad; de esta manera, el currículo no será ajeno a las situaciones que acontecen en la vida cotidiana. En este sentido, desde el área de Ciencias Naturales de una institución educativa oficial se ha planteado una propuesta enfocada al estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba, para el desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de básica secundaria y media sobre la base del trabajo realizado dentro de un semillero de investigación en fitoquímica. En cuanto al despliegue metodológico, su fundamentación se basó en una ruta cualitativa y una investigación descriptiva; la técnica empleada fue la observación participante, cuyos datos e información fueron compilados por medio del diario de campo y la recepción de testimonios. Además, los estudiantes presentaron una prueba diagnóstica final para medir el nivel de desempeño de las competencias científicas de indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos durante el trabajo llevado a cabo en el semillero. A partir de lo anterior y de la búsqueda de información, los estudiantes fortalecieron habilidades propias de las competencias científicas descritas, lo que se demostró a partir de los resultados de la prueba final. De igual forma, estos resultados indican que el uso de las plantas con propiedades medicinales es una práctica vigente en esta zona del país y desde la escuela se contribuye a la salvaguarda del saber tradicional, lo que permite sustentar el papel trascendental de este en los territorios.

* Para citar este capítulo: DOI

Introducción

La escuela, en su papel de formación en los ámbitos cognitivo, procedimental y afectivo, debe proveer las herramientas necesarias para que se logre un proceso integral en el que el saber cumpla un rol principal como mediador en el aprendizaje. De acuerdo con lo anterior, Morin (1999) promueve la necesidad de lograr el vínculo escuela-comunidad a partir de experiencias que le permitan al estudiante comprender la aplicabilidad directa de los contenidos en situaciones de la vida cotidiana. Romero (2019) advierte sobre la pertinencia que se debe tener al momento de diseñar material pedagógico que, precisamente, aporte hacia el vínculo del contenido con lo que realmente sucede en el contexto. Ante este escenario, el saber no solo debe privilegiar el contenido disciplinar, sino considerar la integralidad que se puede conseguir con un abordaje mucho más profundo.

Esta prevalencia del contenido por encima de las demás dimensiones del saber se notó marcadamente en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales en una institución educativa oficial de Planeta Rica, Córdoba. En consecuencia, el estudiante ejercía un rol pasivo al limitarse a la recepción de información que luego era consignada al pie de la letra en un cuaderno, sin considerar un amplio rango de opciones que podrían hacer de este proceso una oportunidad para aprender significativamente de cara a las competencias del siglo XXI (Almerich *et al.*, 2020). Por consiguiente, la situación descrita tenía impacto directo en cuanto a los resultados obtenidos tanto en las pruebas realizadas en la institución educativa como en otras dirigidas por estamentos nacionales (pruebas Saber).

Los resultados obtenidos en las pruebas Saber, en términos generales, muestran un desempeño mínimo en cuanto al desarrollo de las habilidades que integran las competencias científicas que se evalúan en Colombia. Para el caso puntual de la institución educativa intervenida, los resultados reportados para los grados quinto y noveno en los años 2014 y 2016 indican que, para el primer caso, el 53 % de los estudiantes se mantiene en nivel mínimo y el 10 % en insuficiente; para el caso de noveno grado, el 55 % se encuentra en nivel mínimo y el 27 % en nivel insuficiente. En cuanto a los resultados de las pruebas Saber 11 en los años 2016, 2017 y 2018 los estudiantes, en un porcentaje superior al 50 %, están en el nivel mínimo y lo ideal sería que gran parte estuviese en un nivel satisfactorio. Según puede apreciarse, los resultados indicados denotan falencias en cuanto a los procesos de enseñanza y aprendizaje impartidos.

De acuerdo con lo anterior, la prevalencia de resultados en niveles mínimo e insuficiente llamó la atención de las directivas y docentes de la asignatura de Ciencias Naturales quienes, luego de un proceso de reflexión, asumieron la responsabilidad de buscar y aplicar estrategias que permitieran impactar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, no solo desde el aspecto académico, sino en la totalidad del proceso formativo. Dentro de las estrategias se consideró la creación de un semillero de investigación en el área de Ciencias Naturales como una opción que permitiera el fomento de la investigación escolar. Con ello, se buscó abordar el fortalecimiento de las competencias científicas para impactar positivamente en el nivel de desempeño en esa área.

Por tal razón, fue importante considerar diversas posturas en cuanto a la definición de las competencias científicas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por medio de la prueba trienal realizada en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), sostiene que las competencias científicas hacen referencia a la habilidad que desarrollan las personas en su proceso de formación, lo que permite articular la ciencia con situaciones problemáticas de interés y, a su vez, reflexionar en forma crítica (OCDE, 2017). Se destaca de esta postura la relevancia que se le da a la necesidad de articular el contexto con el currículo escolar si se desea lograr que, efectivamente, los estudiantes desarrollen las competencias científicas.

Otra explicación de las competencias científicas la da el Ministerio de Educación Nacional (MEN) que las presenta como el medio para favorecer el desarrollo del pensamiento científico. Por tanto, se permite la formación de personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, que valoren la ciencia desde un enfoque holístico de acuerdo con las demandas del contexto (MEN, 2010). Se destaca en esta definición que, de forma análoga al enunciado de la OCDE, se da protagonismo al vínculo que debe existir entre la escuela y el currículo para que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan desenvolverse óptimamente en las situaciones de aprendizaje que afrontan de manera habitual en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con el propósito de conocer si en las instituciones educativas el proceso de enseñanza-aprendizaje se encamina hacia el fortalecimiento de las competencias científicas, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) lleva a cabo la prueba Saber, la cual es diseñada y aplicada para atender niveles de grados específicos. Con la aplicación de esta prueba se indica si, de

acuerdo con el nivel de grado cursado, los estudiantes están obteniendo resultados satisfactorios, lo que permite interpretar si el aprendizaje va en concordancia con el desarrollo de dichas competencias. Es importante señalar que, actualmente, en las pruebas Saber para Ciencias Naturales se evalúan habilidades tales como la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación.

Para apuntar hacia el fortalecimiento de las competencias científicas en las habilidades descritas, se consideró la creación y puesta en marcha de un semillero de investigación en la línea de investigación fitoquímica en el cual los alumnos pudieran estudiar la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica. Se esperaba que con la participación de estos se generaran interés y motivación en su proceso de aprendizaje, sin la presión habitual de la calificación. Es innegable que este escenario obligaba también a una configuración del proceso de enseñanza tradicional del docente de Ciencias Naturales, lo cual se hacía posible gracias a la disposición de considerar las situaciones de la vida cotidiana para que el estudiante comprendiera la relevancia de un contenido en la explicación de estas, es decir, procurando consolidar un aprendizaje significativo (Maury *et al.*, 2017). De esta forma, se contribuía con la ruptura de la cadena esclavizante que representa la transmisión unidireccional de contenido como un acto de liberación del atontamiento y servidumbre, tal como lo plantean González *et al.* (2020).

Es así como se logra dar protagonismo al estudiante en su proceso de aprendizaje a partir de la liberación de un proceso clásico con prevalencia en la voz del docente, siendo el semillero de investigación el espacio que permite reconsiderar el rol del estudiante. Llama la atención el concepto que Ulloa *et al.* (2020) dan acerca de los semilleros de investigación al considerarlos «como un lugar de intersección —y creación— de subjetividades» (p. 77). Se puede interpretar la importancia que se da a la palabra teniendo en cuenta que, en este caso, las personas de la comunidad poseen unos saberes que, al ser compartidos con las nuevas generaciones, aportan conocimientos en aras de enriquecer el marco conceptual disponible, lo que contribuirá en la construcción de nuevos aprendizajes a partir de experiencias propias y ajenas que permitan dar respuesta a las exigencias que demandan el contexto y la sociedad. De ahí que se promueven iniciativas para que se lleven a cabo investigaciones partiendo de un ejercicio temprano desde la escuela, siendo esencial la investigación formativa para este propósito (Flores *et al.*, 2019).

El semillero de investigación, como espacio de interacción social en la escuela, permite el desarrollo de actividades formativas que convergen en acciones concretas de investigación. Por consiguiente, se realiza un proceso de estructuración de actividades que incluyen organización, consulta de material bibliográfico (con especial énfasis en bases de datos como *Google* académico) y, en lo posible, divulgación de los resultados tanto en el interior de la institución educativa como en el ámbito externo, en eventos académicos y científicos de índoles local, regional, nacional e internacional; todo esto aporta a la construcción del conocimiento (Caamaño *et al.*, 2018).

Por lo tanto, para potenciar la construcción del conocimiento dentro del proceso metodológico en un semillero de investigación se deben considerar seis características de acuerdo con lo que señalan Pepper-Loza y Terán-Vega (2020), Gómez Miranda *et al.* (2019) y Maury *et al.* (2017): autonomía en las actividades, la voluntariedad del estudiante, ajuste al tiempo de este, la investigación formativa, la socialización y el trabajo colaborativo. Además, se hace conveniente que un semillero cuente con el aval de un grupo de investigación con reconocimiento en una universidad (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2020), lo que se puede lograr a partir del establecimiento de convenios interinstitucionales. Estas características se cumplen en el semillero de investigación fitoquímica, ya que, además del despliegue metodológico elegido, se cuenta con la asesoría de un grupo de investigación avalado por Colciencias.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo fortalece las competencias científicas en estudiantes de básica, secundaria y media de una institución educativa oficial el trabajo realizado en un semillero de investigación fitoquímica sobre el estudio de la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba?

Metodología

La investigación fue llevada a cabo en la zona urbana del municipio de Planeta Rica, Córdoba, a 87 msnm y a 50 km de la ciudad de Montería, capital del departamento. Dentro de las prácticas socioculturales que más destacan allí se encuentra el uso de plantas con propiedades medicinales como primera opción para el tratamiento de enfermedades.

Teniendo en cuenta el uso de la flora medicinal nativa, en aras de articular el currículo con situaciones del contexto, en la institución educativa intervenida se creó un semillero de investigación fitoquímica con la participación de 26 estudiantes de los niveles de básica secundaria y media. Como requisitos para hacer parte de dicho semillero, se solicitó que los estudiantes:

1. Participaran de forma voluntaria y manifestaran el deseo e interés por sumarse a la aventura de explorar los recursos naturales.
2. Estuvieran matriculados en la institución educativa.
3. Quisieran aprovechar su tiempo libre.
4. Desearan establecer diálogos con iguales en un ambiente de respeto, tolerancia y empatía.

Lo anterior, con el propósito de estudiar las plantas medicinales que han sido usadas sistemáticamente para el tratamiento de enfermedades por parte habitantes de la zona urbana de Planeta Rica y, a la vez, como pretexto para el desarrollo de las competencias científicas mediante una experiencia extracurricular.

El proceso metodológico que se tuvo en cuenta en el semillero coincidió con lo mencionado por Maury *et al.* (2017) en cuanto a que es un proceso de índole extracurricular sustentado por la inexistencia de ejes temáticos que le den el carácter de asignatura. Al respecto, en el caso hipotético de que llegase a existir como tal, no sería garantía de realizar procesos inherentes de la indagación científica si se continúa con prácticas meramente academicistas y sancionatorias. Por tal razón, en el semillero de investigación se trabajó en un horario contrario al de las clases, lo que demostró el interés de los estudiantes por hacer parte de él.

En cuanto al estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba, para fortalecer el desarrollo de las competencias científicas, se consideró la investigación cualitativa interpretativa. Según Strauss y Corbin (2002), por medio de esta se permite tener apertura mental, “tener la voluntad de escuchar y de darles la voz a los participantes [...] significa oír lo que otros tienen para decir, ver lo que otros hacen y representarlos tan precisamente como sea posible” (p. 48). Asimismo, una característica distintiva de esta perspectiva es contar con un proceso riguroso de interpretación de los datos obtenidos. Cabe resaltar que los citados autores exponen que la importancia de la investigación cualitativa radica en que permite justificar el proceso que se lleva

a cabo para llegar a metas puntuales de formación, como es el caso del estudio sobre la flora medicinal de Planeta Rica, Córdoba, para el fortalecimiento de las competencias científicas.

De igual forma, el estudio sobre la flora medicinal nativa para el fortalecimiento de las competencias científicas se enmarca en una investigación descriptiva que, de acuerdo con Hurtado (2012), permite dar a conocer información que ha sido recopilada en tiempo real y tal como se presenta en la inmediatez de la práctica. Por esta razón, en el semillero se adoptó la técnica de la observación participante, cuyos datos e información fueron recopilados por medio del diario de campo y la recepción de testimonios orales. Es importante señalar que los estudiantes recopilaron la información necesaria para el estudio sobre la flora medicinal mediante un formato de encuesta etnobotánica aplicada a 45 personas de edad avanzada, quienes eran residentes de la zona urbana de Planeta Rica y poseían el saber tradicional respectivo; además, se adelantaron tanto la identificación taxonómica como las pruebas de laboratorio para determinación de los principios activos presentes en algunas de las plantas reportadas.

En cuanto a los aprendizajes de los estudiantes se llevaron a cabo dos pruebas escritas. Antes de iniciar los encuentros en el interior del semillero los estudiantes presentaron una prueba diagnóstica; una vez culminado el trabajo efectuaron una prueba final para comparar el nivel de desempeño logrado en cuanto al fortalecimiento de las competencias científicas a partir del estudio sobre la flora medicinal. Las preguntas de ambas pruebas fueron de selección múltiple con única respuesta, obtenidas de cuadernillos liberados por el Icfes y hacían énfasis en las habilidades propias de las competencias científicas como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos, por ser precisamente las habilidades evaluadas en la prueba estatal Saber. La información anterior se analizó por medio de estadística descriptiva.

Como valor agregado a la experiencia, se optó por la creación de un jardín botánico de índole institucional, la divulgación de resultados esperados en ferias, encuentros, congresos o revistas, y el establecimiento de convenios con entidades que apoyan la investigación desde la escuela como la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (RedCOLSI) y el Grupo de Investigación en Productos Naturales de la Universidad de Sucre (Gipnus).

Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la información recopilada. En primera instancia, se muestran en forma descriptiva tanto lo obtenido luego de la aplicación de la técnica de recolección de información como el resultado de la determinación taxonómica. Se finaliza mencionando aquellos derivados de las pruebas (diagnóstica y final) y lo correspondiente a la presentación o divulgación de resultados en diversos escenarios académicos.

Encuesta etnobotánica

El ejercicio investigativo llevado a cabo permitió que los estudiantes describieran un total de 70 especies vegetales usadas para el tratamiento de diversas enfermedades; la información fue brindada gracias a que el saber tradicional se ha preservado de generación en generación. Este aspecto denota la importancia del hallazgo descrito en cuanto a la responsabilidad que debe asumir la generación actual en aras de salvaguardar el conocimiento tradicional acerca de la utilización de la flora medicinal en esta zona del país. Los estudiantes fortalecieron, sobre todo, habilidades como la indagación y el uso comprensivo del conocimiento científico cuando aplicaron la encuesta etnobotánica a adultos y adultos mayores residentes en la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba y sistematizaron la información recolectada en ella. Algunas de las plantas descritas se señalan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Plantas medicinales de mayor uso entre los habitantes de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba)

Nombre común	Categorías		
	Uso	Parte empleada	Forma de administración
Achiote	Preparación de alimentos, quemaduras	Semillas y hojas	Semillas sumergidas en aceite. Hojas en emplastes
Albahaca	Repelente de insectos, problemas digestivos	Planta completa	Infusión
Algodón	Actividades diurética y hemostática	Hojas	Emplastes e infusión
Altamisa	Dolores en el cuerpo, abortivo, rituales religiosos	Hojas	Emplastes

Continúa...

Nombre común	Categorías		
	Uso	Parte empleada	Forma de administración
Árnica	Antiinflamatorio	Hojas	Emplaste
Boldo	Problemas digestivos y del hígado	Hojas, flores y frutos	Infusión y emplaste
Cabalonga	Eliminación de verrugas y tumores	Hojas y frutos verdes	Emplastes
Cadillo	Astringente y diurético	Planta completa	Emplaste y baños
Cavaboyo	Alimentación y antiinflamatorio	Hojas	En comidas e infusión
Coquito	Antiinflamatorio	Tubérculo	Infusión
Curarina	Tratamiento de la varicela	Hojas	Emplastes
Espinaca costeña	Alimento y tratamiento de la anemia	Hojas y frutos	En comidas y jugos
Eucalipto	Problemas respiratorios, antidiabético y bactericida	Hojas	Infusión y baños
Guanábana	Alimentación, desinflamatorio y tratamiento del cáncer	Fruto	Consumo directo, jugos
Guayaba agria	Laxante, hipertensión y problemas cardíacos	Frutos	Jugos
Yerba santa	Antiparasitario, problemas respiratorios	Planta completa	Infusión, emplaste
Malambo	Insecticida	Hojas	Baños
Mata de plátano	Comestible, bronquitis y tratamiento del colesterol	Fruto y hojas	Consumo directo e infusiones
Matarratón	Insecticida, infecciones de la piel	Hojas y flores	Emplastes y baños
Millonaria	Estimulante del sistema nervioso	Hojas	Infusiones
Moringa	Alimentación, problemas respiratorios, digestivos, relajante	Hojas, flores y semillas	Comidas, infusiones
Naranja agria	Alimento, tratamiento del colesterol, problemas respiratorios	Fruto y hojas	Jugos y baños
Naranja dulce	Alimento, tratamiento del colesterol, problemas respiratorios	Fruto y hojas	Jugos y baños
Níspero	Alimento, expulsión de cálculos en riñones	Fruto y semillas	Jugo e infusión

Continúa...

Nombre común	Categorías		
	Uso	Parte empleada	Forma de administración
Orégano	Alimentación, problemas respiratorios, dolor de oído, dolores musculares	Hojas	En comidas, infusión, emplaste
Paico/yerba santa	Antiparasitario y en rituales religiosos	Planta completa	Infusión y emplaste
Palma de coco	Antiinflamatorio	Fruto	Consumo directo
Roble	Antidiarreico, antiinflamatorio	Hojas	Infusión y baños
Rosa amapola	Conjuntivitis y antiparasitaria	Hojas y flores	Infusión
Sábila	Problemas digestivos, cicatrizante y cuidado de la piel y el cabello	Pulpa	Consumo directo, emplaste
Salvia	Problemas respiratorios, dolores en el cuerpo	Hojas y flores	Infusión y baños
Santa María	Mordeduras de serpientes	Hojas	Emplastes
Sauco	Dolores articulares, problemas respiratorios, antiinflamatorio	Frutos y hojas	Infusiones y emplastes
Siempre-viva	Antimalárica, trata la fiebre y la amigdalitis	Flores y hojas	Infusiones y baños
Tabaco	Antiinflamatorio	Hojas	Emplaste
Toronjil	Problemas del sistema nervioso, antiinflamatorio y tratamiento de dolores	Planta completa	Infusión y baños
Totumo	Problemas respiratorios	Fruto (pulpa)	Infusión
Verbena	Antidiarreico, problemas intestinales, digestivos, respiratorios	Planta completa	Infusión, baños
Verdolaga	Antiinflamatorio, diurético	Planta completa	Infusión
Yantén	Problemas digestivos, respiratorios, desinflamatorio	Planta completa	Infusión

Fuente: elaboración propia.

Determinación taxonómica

De acuerdo con la abundancia relativa y el uso sistemático de las plantas reportadas en la zona urbana del municipio, se seleccionaron 19 con propiedades medicinales. Esta escogencia se basó en la facilidad al momento de la recolección de los especímenes vegetales, los cuales fueron preparados siguiendo las recomendaciones dadas por un herbario nacional en cuanto a manipulación y asepsia para evitar crecimiento de hongos. Lo anterior permitió que fueran identificadas 19 especies vegetales pertenecientes a 15 familias de plantas (véase la tabla 5.2). Por medio de este procedimiento los estudiantes fortalecieron habilidades como la indagación, la explicación de fenómenos y el uso comprensivo del conocimiento científico al momento de recolectar información y especímenes de algunas de las plantas reportadas en la encuesta etnobotánica, tal como se muestra en el canal del semillero disponible en YouTube (Semillero de Investigación Fitoquímica, 2020).

Como paso siguiente, se realizaron pruebas en el laboratorio en las que los estudiantes pudieron determinar, de manera preliminar, los principios activos (metabolitos secundarios) presentes en material fresco de 8 plantas medicinales, los cuales podrían estar involucrados con la capacidad curativa descrita en la encuesta etnobotánica. En este aspecto, los estudiantes, además de trabajar en equipo, tuvieron en cuenta un protocolo para la determinación preliminar de metabolitos secundarios, procedimiento que les permitió hacer búsqueda de información para enriquecer lo aprendido dentro del semillero de investigación; esto ayuda a comprender las etapas llevadas a cabo y, por ende, a dar explicaciones coherentes con la temática (Semillero de Investigación Fitoquímica, 2019).

Tabla 5.2. Plantas medicinales de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba) identificadas en el herbario nacional colombiano

Nombre común	Nombre científico	Familia
Santa María	<i>Piper peltatum</i> L.	Piperaceae
Anamú	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Phytolaccaceae
Azar de la India	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Rutaceae
Yantén	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae
Quitadolor	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N. E. Brown	Verbenaceae
Toronjil	<i>Ocimum tenuiflorum</i> L.	Lamiaceae
Albahaca	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	Lamiaceae

Continúa...

Nombre común	Nombre científico	Familia
Árnica	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst	Euphorbiaceae
Curarina	<i>Alternanthera bettzickiana</i> (Regel) G. Nicholson	Amaranthaceae
Cavaboyo	<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	Talinaceae
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Amaranthaceae
Níspero	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapotaceae
Venturosa	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
Cilantro de monte	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Apiaceae
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae
Verbena	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boraginaceae
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
Salvia	<i>Croton conduplicatus</i> Kunth	Euphorbiaceae
Altamisa	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae

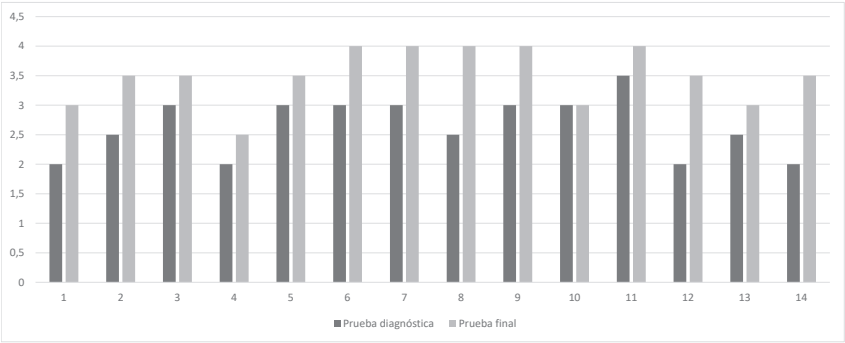
Fuente: elaboración propia.

Pruebas diagnóstica y final

En las pruebas diagnóstica y final se incluyeron preguntas de selección múltiple con única respuesta. Se consideraron preguntas que abordaron ejes temáticos de las Ciencias Naturales de los grados sexto a noveno. La prueba final demostró que los estudiantes registraron niveles de desempeño más altos en comparación con los resultados arrojados en la prueba diagnóstica. Esto se puede observar en las figuras 5.1, 5.2 y 5.3.

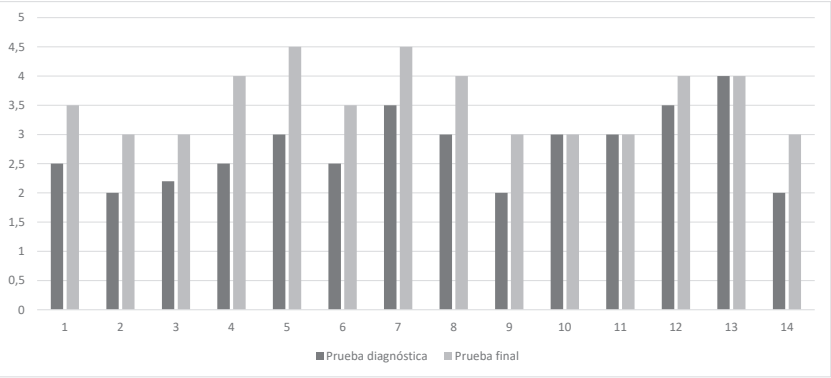
Según los datos señalados en esas figuras, para la prueba diagnóstica se puede observar que los estudiantes registraron, en promedio, niveles de desempeño por debajo del rango de 3,0 para las tres habilidades con las que se evalúa a las competencias científicas, lo que sugiere que no eran capaces de enfrentarse o dar solución a situaciones que fueron planteadas, ya sea de forma hipotética o real. En contraste, los estudiantes mostraron un aumento significativo en cuanto al resultado obtenido en la prueba final, lo que apunta a considerar que luego del despliegue metodológico llevado a cabo en el semillero de investigación fitoquímica fueron capaces de apropiarse de las habilidades características de las competencias científicas. Los resultados sugieren que la adopción de actividades en las que se permite la participación de los estudiantes está en sintonía con el fortalecimiento de habilidades científicas.

Figura 5.1. Resultados de la habilidad de uso comprensivo del conocimiento científico



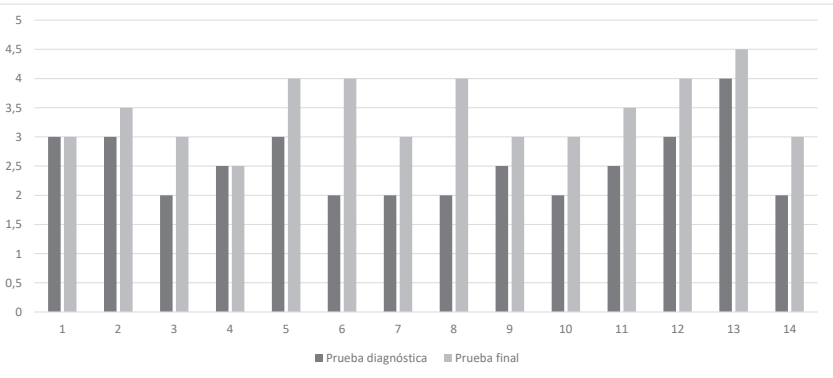
Fuente: elaboración propia.

Figura 5.2. Resultados de la habilidad de indagación



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.3. Resultados de la habilidad de explicación de fenómenos



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, aunque la habilidad relacionada con el trabajo en equipo no se mide con este tipo de instrumentos, sí fue evidente en el cumplimiento de las tareas que se ejecutaron dentro del semillero de investigación. Sumado a esto, los estudiantes fueron capaces de acudir a un diálogo de saberes que permitió un proceso de retroalimentación mutuo y continuo durante los encuentros que se llevaron a cabo; además, esto se pudo constatar en la realización y entrega de productos como fruto de la responsabilidad asumida. Por consiguiente, los estudiantes que hicieron parte del semillero de investigación fitoquímica pudieron desarrollar habilidades propias de las competencias científicas, incluyendo el trabajo en equipo, a partir de un estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba.

De acuerdo con lo anterior, se efectuaron actividades que permitieron fortalecer las habilidades de uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación; entre ellas se destacan la creación del Jardín Botánico Institucional, la participación en eventos académico-científicos (véase la figura 5.4) y la publicación de artículos en revistas especializadas. Esto aportó al fortalecimiento de dichas habilidades si se toma en cuenta la necesidad de indagar y reflexionar sobre la importancia de las plantas medicinales en el contexto de la institución educativa y, por ende, de tener las herramientas conceptuales y metodológicas apropiadas. Además, a cada planta disponible en el Jardín Botánico Institucional se le asignó una ficha taxonómica que contiene un código QR que, a su vez, conduce a un video que permite ampliar los datos acerca de la descripción botánica, usos en medicina tradicional e información fitoquímica (véase la figura 5.5), la cual ha podido ser compartida en medios de divulgación electrónicos tales como la *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* (Arrieta García *et al.*, 2018) y *Revista Cubana de Plantas Medicinales* (Arrieta García, 2020).

Figura 5.4. Jardín Botánico Institucional-Semillero de Investigación Fitoquímica



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.5. **Participación en eventos académicos**



Izquierda: XIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación-Edesi 2019.

Derecha: Feria de Ciencia de Planeta Rica, Córdoba.

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados obtenidos dan pie a la discusión sobre la pertinencia de considerar la investigación como proceso pedagógico en la escuela y desde ella. En este orden de ideas, la estrategia desarrollada permite ratificar la importancia en cuanto a lo que ocurre en el contexto y que puede aportar hacia la puesta en marcha de un proceso de enseñanza que fomente el aprendizaje activo en los estudiantes. Esta situación coadyuva a la consecución de una integralidad dentro del proceso educativo, ya que se da un mejor aprovechamiento de los espacios que se brindan en la institución educativa, se fortalece el lazo escuela-comunidad y se aporta en la salvaguarda de los recursos naturales como prioridades dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como lo señala Puerto Sánchez (2016), quien destaca la relevancia de articular la escuela con su realidad.

A partir del estudio de la flora medicinal de Planeta Rica los estudiantes fortalecen habilidades científicas (Maury *et al.*, 2017) gracias a que la investigación se asume como estrategia pedagógica para el aprendizaje. De esta forma, se apunta hacia un proceso pedagógico que, sustentado en diversos autores, se oriente hacia las habilidades propias de la indagación científica (Doménech Casal, 2015; Gil Quílez *et al.*, 2008; Cristóbal Tembladera y García Pomo, 2013), el uso comprensivo del conocimiento científico (Chona Duarte *et al.*, 2006; Romero-Ariza, 2017) y la explicación de fenómenos (Morales Pérez y Manrique Rodríguez, 2012; Bravo, *et al.*, 2009). Lo anterior permite dar cumplimiento a la «función primaria de las ciencias» (Puerto Sánchez, 2016, p. 80) que para

el caso de esta investigación se demuestra por medio de la reflexión de los estudiantes en torno al saber tradicional que les fue brindado por las personas encuestadas y el proceso de análisis de ellos mismos. Algunos encuestados manifestaron opiniones tales como

Es muy bueno que los más jóvenes se preocupen por aprender sobre el conocimiento de los viejos; es raro hoy en día ver a un estudiante de un colegio querer saber acerca de las plantas medicinales..., cuál sirve para la gripa, para la presión. (Adulto 1. Entrevista, 2019)

Pertenecer al semillero de investigación les permite a los estudiantes adquirir voz y voto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, asumen como propia cada actividad que cumplen, discuten con precisión la información objeto de análisis y se consolidan como investigadores noveles. Esto se apoya en lo mencionado por González Ulloa *et al.* (2020), quienes exponen que ser integrante de un semillero hace sentir al estudiante «como parte de un algo» (p. 81), la oportunidad de sentirse tenido en cuenta, de sentirse valorado en sus formas de pensar y de actuar, así como de representar el semillero donde quiera que vaya. De ahí que expresen su percepción:

Me gusta hacer parte del semillero porque comparto más con los compañeros, aprendo sobre las plantas medicinales y doy mis primeros pasos en el campo de la investigación, cosa que no se hace cuando uno está en el salón de clases. (Estudiante 1. Diario de campo, 2019)

Los estudiantes que pertenecen al semillero de investigación presentan o desarrollan una serie de características al momento de ejercer el rol de investigadores, de acuerdo con lo expresado en las discusiones que se tejieron durante los encuentros y también en lo consignado en los diarios de campo. Dentro de estas se mencionan: puntualidad en la asistencia a los encuentros que se efectuaron en el semillero, receptividad de las orientaciones brindadas, realización de las actividades, cooperación entre los equipos de trabajo y creatividad al momento de presentar los compromisos adquiridos. Las características descritas también han sido informadas por autores como Gómez Miranda *et al.* (2019),

quienes las destacan como propias e infaltables en un estudiante que aspire a perfilarse en el rol de investigador.

Gracias al papel desempeñado por los estudiantes, se permitió abordar una situación de la realidad (uso de flora medicinal como primera medida de atención médica). Para el contexto del municipio de Planeta Rica, Córdoba, esta es una práctica relevante, ya que hace parte del saber tradicional que es menester salvaguardar a partir del conocimiento que se genera por medio de la investigación realizada. Por ello, es apremiante apuntar hacia la articulación escuela-comunidad, lo que se sustenta en apreciaciones dadas por Flores *et al.* (2019), quienes la presentan como el «intercambio de saberes con otros entes del entorno socioeducativo» (p. 23). De este modo, se logra que el estudiante adquiera un aprendizaje experiencial, puesto que se parte de una situación concreta que es abordada desde los puntos de vista disciplinar, procedimental y actitudinal, coincidiendo con lo enunciado por Numa-Sanjuan y Márquez Delgado (2019).

El abordaje integral del acto formativo que se fortalece gracias a la creación del semillero de investigación permite apuntar hacia un «proceso de gestión social del conocimiento» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019, p. 7), ya que se parte de situaciones cotidianas que, articuladas a un proceso de formación, ayudan a la transformación de la práctica tradicional de la enseñanza en la escuela. Además, el conocimiento que se construye a partir de los saberes tradicionales alrededor de la flora medicinal coadyuva a hacer una interpretación de la realidad, abordada en pro del reconocimiento de las prácticas como un insumo de índole sociocultural, tal como se demuestra en la encuesta etnobotánica aplicada donde se manifiesta la relevancia de ellas en el contexto investigado.

El trabajo que realizan los estudiantes en el semillero de investigación les facilita hacer aportes hacia la construcción de conocimiento en cuanto al uso de la flora medicinal en Planeta Rica, Córdoba, exposición que coincide con lo expresado por Maury *et al.* (2017), quienes indican que los estudiantes, al apropiarse de una temática de interés para un contexto particular, adquieren la habilidad de dar explicaciones coherentes y pertinentes para una realidad determinada. Para ello, se tiene en cuenta el aprendizaje adquirido de la experiencia práctica, del trabajo autónomo y en equipo, y de la capacidad de asombro e interés manifiestos sobre la temática abordada, cuyas percepciones han sido consignadas en el diario de campo:

Antes no sabía que en mi pueblo había plantas que pueden ayudar a curar enfermedades; tampoco sabía que ese conocimiento había sido heredado de los abuelos. Ahora sé que las plantas no solo sirven para brindarnos alimentos y oxígeno, sino que desempeñan un papel esencial para la supervivencia. (Estudiante 2. Diario de campo, 2019)

Aunque la temática general abordada en el semillero no es parte explícita del plan de estudio y no se cuenta en la institución con una asignatura dedicada a la investigación, las actividades se han diseñado de tal forma que puedan articularse con los ejes temáticos en Biología y Química en relación directa con clasificación de los seres vivos (con especial énfasis en el reino vegetal), metabolismo celular, nomenclatura química (inorgánica y orgánica), reacciones y ecuaciones químicas y estequiometría; naturalmente, la temática relacionada con el método científico es transversal durante todo el proceso de desarrollo en el semillero. Esta información se sustenta en palabras de Pepper-Loza y Terán-Vega (2019) quienes exponen que

[...] a los estudiantes se les debe inducir a generar intereses y motivaciones partiendo de la formulación de preguntas y el diseño de actividades para que les permitan ir estableciendo conexiones con los contenidos de enseñanza, y poder ser reconstruidos por medio de modelos teóricos. (p. 12)

Sobre el mismo tema, López Espitia y Toro Zuluaga (2017) argumentan que «los semilleros de investigación están enmarcados en un paradigma de formación distinto al de los programas formales del sistema educativo, pero no significa que no es posible articularlo con políticas institucionales y con la posibilidad de validar requisitos académicos» (p. 36). Por lo anterior, y atendiendo la exposición presentada por Villalba Cuéllar y González Serrano (2017), se tiene que los semilleros, al brindar a los estudiantes experiencias más enriquecedoras que el ejercicio de enseñanza y aprendizaje habitual del aula, les impregnan de saberes y de apropiación del conocimiento.

La construcción de dicho conocimiento a partir del trabajo llevado a cabo por los estudiantes en el semillero de investigación permite potenciar sus capacidades investigativas. Lo anterior es posible gracias a que, al ser un proceso

que no culmina de un día para otro, les insta a demostrar constancia en un ambiente de aprendizaje pacífico para «investigar y producir conocimiento científico» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019), por lo que estos autores auspician la creación de semilleros en la escuela:

[...] a partir de planteamientos de proyectos como estrategia didáctica que facilite a los estudiantes aproximarse al estudio de diferentes disciplinas de una manera más cercana a sus intereses y a su realidad, comprender cómo se ha construido el conocimiento científico y cómo trabajan las comunidades científicas. (p. 11)

Haciendo énfasis en el impacto que se genera en el currículo, consideramos que la articulación entre la temática objeto de estudio y el plan de estudio de Ciencias Naturales no está lejos de poder reconfigurarse, ya que constantemente se aportan evidencias en las que se ratifica la pertinencia de quitarle protagonismo al contenido disciplinar y enfocarse en situaciones que sean representativas para una comunidad. Esto es lo que se requiere: democratizar la educación a partir de las expectativas e intereses de los estudiantes, puesto que al aprender desde la experiencia propia se encamina hacia una «visibilización positiva de sí mismo» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019, p. 11). Por ello, es importante tener en cuenta los puntos de vista expresados por los estudiantes durante las reuniones y encuentros en el semillero y que son registrados en el diario de campo, en el que dan a conocer la satisfacción que sienten cuando comprenden la relación entre teoría y práctica de asuntos relevantes dentro del trabajo mismo en este espacio de investigación: «es chévere cuando en teoría nos explican algo y lo podemos aplicar en una situación real» (Estudiante 3. Diario de campo, 2019).

Todo lo anterior conlleva que los estudiantes experimenten procesos metacognitivos durante las actividades llevadas a cabo en el semillero:

Rara vez en el salón de clases nos preguntan cómo nos sentimos haciendo una actividad, qué tuvimos en cuenta, las dificultades que se nos presentan, lo que esperamos luego de hacerla; en cambio en el semillero siempre que se hacen los encuentros se tienen en cuenta nuestra opinión y cómo nos sentimos al respecto. (Estudiante 4. Diario de campo, 2019)

Esto les permite adquirir la capacidad de reflexionar acerca del aprendizaje logrado, de los aspectos por mejorar y de aquellos que deben conservar; son capaces de autoevaluarse y de reflexionar constantemente sobre su actuación en el semillero y cómo esto permea el comportamiento en diversas situaciones del quehacer escolar, elementos que se apoyan en argumentos de Pepper-Loza y Terán-Vega (2019). Cada vez que se desarrollan los encuentros dentro del semillero los estudiantes expresan, tanto en forma oral como escrita, aspectos por mejorar, motivaciones, expectativas y los retos educativos que se trazan.

Por tal razón, los estudiantes no solo se limitan a lo establecido metodológicamente, sino que exponen ideas como la creación de un jardín botánico institucional donde se encuentran especímenes de las plantas medicinales reportadas en la encuesta etnobotánica, como una contribución a la salvaguarda de la flora medicinal de Planeta Rica, Córdoba.

También, se divulgan algunos resultados en ferias de ciencia municipales, el Encuentro Regional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI nodo Córdoba, 2019), la participación en congresos (como el Primer Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía, Universidad de Málaga) y la publicación de artículos en revistas especializadas (*Revista de la ACCB* y *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, en proceso de publicación). Todo lo anterior ha sido posible gracias a que el semillero de investigación hace parte de la RedCOLSI y del Gipnus.

La información descrita permite medir la trascendencia de los semilleros de investigación desde el nivel de educación básica y media. Para el caso concreto de esta experiencia, se enmarca en ejes temáticos de las Ciencias Naturales, ya que se toma como pretexto el conocimiento tradicional de la flora medicinal para incentivar la investigación, en aras de fortalecer las competencias científicas. Aunque si bien es cierto que no es del todo fácil articular una temática de interés en un contexto con el plan de estudios de una institución educativa, es válido hacer propuestas que conlleven la articulación escuela-comunidad, cuyo resultado más diciente se refleja en la percepción que los estudiantes manifiestan hacia el trabajo investigativo (González Ulloa *et al.*, 2020). De igual forma, se contribuye con una reconfiguración de la práctica misma de enseñar, donde se da cabida al asombro, al deseo de descubrimiento constante que tanta falta hace en este tiempo en el que la inmediatez acapara la mayor atención y preocupación.

Conclusiones

De acuerdo con la pregunta de investigación planteada acerca de cómo el trabajo dentro del semillero de investigación fortalece competencias científicas como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos se puede mencionar que, con los resultados obtenidos, sí se genera impacto en lo señalado. En este sentido, el semillero, asumido como un proceso pedagógico en la escuela, permite dar prioridad a un proceso de afianzamiento en el aprendizaje de los estudiantes a partir de experiencias del contexto a las cuales dan sus propias interpretaciones. De esta forma, se logra dar sentido al plan de estudio que, pese a no apuntar directamente hacia asuntos relacionados con el uso de las plantas medicinales y aspectos fitoquímicos, sí permite extra-polar elementos o prácticas características de las ciencias naturales que guardan estrecha relación con el trabajo realizado dentro del semillero.

Queda demostrado que, si se llevan a la práctica experiencias cuyas actividades incidan en el fortalecimiento de las competencias científicas, se puede lograr que los estudiantes aprendan a ejercitarlas, pero no en la rutina del proceso de enseñanza-aprendizaje que habitualmente se adelantan en el aula, sino a partir de prácticas que estimulen la duda, la capacidad de asombro y la creatividad. Es por lo anterior por lo que el rol del profesional de la educación que investiga dentro de un semillero no debe estar limitado a la transmisión unidireccional de contenidos, sino que la intención de crearlo y dirigirlo se sustenta en el anhelo de querer aportar hacia la transformación de la práctica tradicional de enseñanza desde un quehacer investigativo, con la loable intención de contribuir a la formación de futuros profesionales.

Son innegables las ventajas que representa asumir la investigación desde edad temprana en la escuela; sin embargo, debido a la complejidad de articular situaciones problematizadoras con el currículo o al desconocimiento de estrategias metodológicas que permitan el fortalecimiento de habilidades propias de las competencias científicas, no se ha podido ejecutar del todo. Ante esto, el profesional de la educación que desee o sienta la necesidad de optar por la estrategia de los semilleros de investigación escolares debe tener en mente que todo parte de un interés personal por reconfigurar la práctica de la enseñanza y las estrategias de aprendizaje, según el nivel de interés y motivación que se logre despertar en los estudiantes para que se involucren activamente.

De esta manera, se contempla articular la temática tratada en el semillero con el plan de estudio de la asignatura de Ciencias Naturales en los componentes biológico y químico, especialmente en ejes conceptuales tales como el método científico, problemáticas ambientales globales, clasificación y taxonomía, métodos de separación de mezclas, cambios físicos y químicos, reacciones y ecuaciones químicas y soluciones, por citar solo algunos. Lograr lo anterior permitiría contribuir a la formación investigativa de los estudiantes y consolidar al maestro-investigador en la escuela, promoviendo la formación de individuos generadores de conocimiento desde sus propias realidades y territorios.

Dentro de las limitaciones presentadas en el semillero de investigación se menciona un asunto relacionado con la puesta en marcha de este, ya que al no estar integrado de forma directa al currículo se corre el riesgo de subestimar el trabajo llevado a cabo. Esta problemática parece resolverse si se toma en cuenta que en las instituciones educativas se gestan propuestas cuyas estrategias metodológicas —se espera— impacten positivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje y de evaluación. No obstante, se observa un currículo fragmentado en asignaturas que dificultan llegar a acuerdos en cuanto al establecimiento de semilleros como una alternativa dentro del proceso formativo.

Lo anterior también trasciende sobre la realización de los encuentros dentro del semillero. Una de las constantes del trabajo llevado a cabo fue la negativa de algunos estudiantes de asistir por las múltiples ocupaciones académicas, lo cual se presenta como una barrera que impide darles relevancia a las temáticas tratadas al estar bajo la presión de las calificaciones. Esto genera desinterés en aquellos estudiantes que, en un principio, pudieron considerar hacer parte de un semillero, puesto que la obtención de una calificación se convierte en una de las metas por lograr y, en vista de que el aprendizaje dentro del semillero no les genera este tipo de resultados, deciden concentrarse en asuntos netamente academicistas.

Finalmente, se puede decir que por medio del semillero de investigación se propicia el fortalecimiento de habilidades científicas, lo cual permite plantear una serie de acciones con impacto institucional. Dentro de estas se menciona el hecho de que pueda darse la institucionalización del semillero y de otros que eventualmente se conformen en aras de contribuir a un proceso de formación integral desde los niveles de educación básica y media. De esta forma, se puede contar en la institución educativa con redes de investigadores que aporten

alternativas de solución ante las problemáticas que sean de interés desde el contexto, como estrategia que permite materializar el vínculo escuela-comunidad

Referencias

- Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J., Díaz-García, I., y Orellana, N. (2020). Estructura de las competencias del siglo XXI en alumnado del ámbito educativo. Factores personales influyentes. *Educación XXI*, 23(1), 45-74. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23853>
- Arrieta García, E. J. (2020). Fitoquímica de *Ocimum campechianum* (albahaca), *Cnidocolus aconitifolius* (árnica) y *Lippia alba* (quitadolor), en Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 25(2), e905. <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/905>
- Arrieta García, E. J., Arcón Ramos, A. M., Pérez Parra, J. J., Argel Aguilar, A., Álvarez Pinto, M., y Pérez Lozano, J. E. (2018). Fitoquímica de *Ambrosia artemisiifolia* L, *Croton conduplicatus* kunth, *Lantana camara* L, de la región norte de Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(30), 44-51. <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/154>
- Bravo, B., Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30020-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X)
- Caamaño, Z. I., Rebolledo, A. del C., y Tutor, J. D. (2018). Formación y divulgación de la nanotecnología desde los semilleros de investigación. *Momento*, (56E), 46-53. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/71646>
- Chona Duarte, G., Arteta Vargas, J., Martínez, S., Ibáñez Córdoba, X., Pedraza, M., y Fonseca Amaya, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecne, episteme y didaxis: TED*, (20), 62-79. <https://doi.org/10.17227/ted.num20-1061>
- Cristóbal Tembladera, C. M., y García Pomo, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420523>
- Doménech Casal, J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 186-197. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2910>
- Flores, E., Mendoza, R., y Loaiza, A. (2019). Semilleros de investigación: una práctica para el desarrollo científico de las naciones. *Negotium*, 15(44), 20-34. <http://bit.ly/3F1GMoj> <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7382732>

- Gil Quílez, M., Martínez Peña, M. B., de la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J. M., y Cortés Gracia, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 63(22.3), 81-100. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2795626>
- Gómez Miranda, O. M., Morales Rubiano, M. E., y Plata Pacheco, P. A. (2019). Transferencia de conocimiento e investigación formativa: lecciones aprendidas y desafíos para los semilleros de investigación. *Palabra: Palabra que obra*, 19(2), 203-221. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.19-num.2-2019-2551>
- González Ulloa, E. O., Gómez Velásquez, S. N., y Chaparro Hurtado, H. R. (2020). Modos heterodidácticos de la educación (corporal) en su dimensión política: aprendizajes des-atados en un semillero de investigación. *Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad*, 32(12), 75-84. <http://relaces.com.ar/index.php/relaces/article/view/17>
- Hurtado, J. (2012). *Metodología de la investigación holística* (7.ª edición.). Fundación Sypal.
- López Espitia, Y., y Toro Zuluaga, N. A. (2017). El semillero de investigación. Una alternativa innovadora en el sistema educativo colombiano. *Revista Universitaria Ruta*, 19(2), 31-47. <https://revistas.userena.cl/index.php/ruta/article/view/985>
- Maury, A. L., Cassetta Córdoba, J. P., y Mora Caicedo, J. L. (2017). Los semilleros de investigación como estrategia pedagógica transformadora en el desarrollo de habilidades y competencias investigativas. *Fedumar Pedagogía y Educación*, 4(1), 145-181. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/fedumar/article/view/1511>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2010). *Revolución educativa. Programas para el desarrollo de competencias*. [Presentación de PowerPoint]. <https://goo.gl/rA1H1k>
- Morales Pérez, R. W., y Manrique Rodríguez, F. A. (2012). Formación de profesores de química a partir de la explicación de fenómenos cotidianos: una propuesta con resultados. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 124-142. <http://hdl.handle.net/10498/14629>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* (2.ª edición). Editorial Magisterio.
- Numa-Sanjuan, N., y Márquez Delgado, R. A. (2019). Los semilleros como espacios de investigación para el investigador novel. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 230-248. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.289>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el desarrollo: lectura, matemáticas y ciencias*. OECD Publishing. <https://goo.gl/ipCLq4>

- Pepper-Loza, K. F., y Terán-Vega, J. D. (2019). El semillero de investigación estudiantil como estrategia para la formación de investigadores. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 4(11), 4-20. <https://dx.doi.org/10.23857/pc.v4i11.1172>
- Puerto Sánchez, L. C. (2016). *Desarrollo de competencias investigativas mediante la creación y organización del semillero de investigación en ciencias naturales y educación ambiental "Akuaippa" en los estudiantes de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de San Mateo-Boyacá* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/524>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335>
- Romero, P. (2019). *Cómo liberarse de una educación equivocada*. Editorial Magisterio.
- Semillero de Investigación Fitoquímica. (2019, 17 de abril). ¿Cuál es el uso que se le da al "cilantro de monte" o "culantro" (*Eryngium foetidum* L.)? [video]. <https://youtu.be/FCty9b5JTAw>
- Semillero de Investigación Fitoquímica. (2020, 2 de febrero). *Flora medicinal de Planeta Rica (Córdoba)* [video]. <https://youtu.be/zB14BYs8pr4>
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Ulloa, E. O., Velásquez, S. N., y Hurtado, H. R. 2020. Modos heterodidácticos de la educación (corporal) en su dimensión política: aprendizajes des-atados en un semillero de investigación. *Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad*, (32), 75-84. <http://relaces.com.ar/index.php/relaces/article/view/17>
- Villalba Cuéllar, J. C.; González Serrano, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*, 20(39), 9-10. <https://doi.org/10.18359/prole.2719>