

Relato sobre estrategias de enseñanza para desarrollar habilidades de pensamiento y educar en valores.

Story about teaching strategies to develop thinking skills and educate in values.

Silvia Gómez Daza.

¹ Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional.

Recibido: Septiembre 30 de 2020

Aceptado: Noviembre 20 de 2020

*Correspondencia del autor: Silvia Gómez Daza.

E-mail: srgomezd@pedagogica.edu.co

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i33.239>

Resumen

Introducción: La sociedad actual demanda ciudadanos integrales, críticos, reflexivos y capaces de generar respuestas a los problemas de un mundo cambiante y globalizado. Mediante el uso de diversas estrategias de enseñanza, el maestro puede contribuir a que los estudiantes, desde edades tempranas, desarrollen las aptitudes necesarias para convertirse en seres humanos poseedores de la actitud investigativa que se requiere en la actualidad. **Objetivos:** desarrollar habilidades de pensamiento en jóvenes en edad escolar y educarles en valores relacionados con las ciencias. **Metodología:** la investigación se abordó desde la perspectiva del paradigma constructivista, utilizó un enfoque cualitativo y empleó el método Investigación-Acción. La práctica docente se cualificó a partir de la sistematización, análisis y reflexión de la implementación de estrategias de enseñanza como: buenas preguntas, red conceptual, experimentos de laboratorio y proyecto de investigación escolar con jóvenes. **Resultados:** los estudiantes ampliaron sus conocimientos sobre algunos temas de microbiología, mejoraron el manejo del lenguaje científico, desarrollaron habilidades analíticas y argumentativas, progresaron en la capacidad de señalar lo esencial para una investigación, mostraron una actitud responsable y crítica frente al ambiente y ejecutaron su proyecto de investigación escolar en el que emplearon un controlador biológico; todo lo anterior para desarrollar habilidades, actitudes y pensamiento científico que favorecieron la construcción de conocimiento. **Conclusión:** a la luz del método de Investigación-Acción, los estudiantes lograron desarrollar capacidades como el análisis, síntesis, argumentación, sentido crítico y actitud responsable con el ambiente.

Palabras clave: desarrollo de las habilidades, enseñanza en grupo, trabajos prácticos, microbiología, papel del docente (*UNESCO Thesaurus*)

Abstract

Introduction: Today's society demands integral, critical, reflective citizens capable of generating answers to the problems of a changing and globalized world. Through the use of different teaching strategies, the teacher can contribute to help students, from an early age, to develop the necessary skills to become human beings with the investigative attitude that is required today. **Objectives:** this research was carried out with the purpose of achieving two objectives: to develop thinking skills in school-age children and to educate them in values related to science. **Methodology:** The research was approached from the perspective of the constructivist paradigm, used a qualitative approach and employed the Action Research method. The teaching practice was qualified based on the systematization, analysis and reflection of the implementation of teaching strategies such as: good questions, conceptual network, laboratory experiments and school research project with young people. **Results:** the students broadened their knowledge on some microbiology topics, improved their handling of scientific language, developed analytical and argumentative skills, progressed in the ability to point out what is essential for an investigation, showed a responsible and critical attitude towards the environment and executed their school research project in which they used a biological controller; all of the above to develop skills, attitudes and scientific thinking that favored the construction of knowledge. **Conclusion:** in light of the Research-Action method, the students were able to develop skills such as analysis, synthesis, argumentation, critical sense and responsible attitude towards the environment.

Keywords: skill development, group teaching, practical work, microbiology, role of the teacher (*UNESCO Thesaurus*)

Introducción:

La sociedad del siglo XXI le exige al sistema educativo la formación de ciudadanos analíticos, críticos, reflexivos, con capacidad de resolver problemas y una actitud responsable con el ambiente; sin embargo, en las escuelas no siempre se forman estudiantes desde tempranas edades con estas características. Una manera de lograr estas metas es emplear diversas estrategias de enseñanza para aportar a la formación de sujetos integrales.

Las estrategias de enseñanza según Anijovich y Mora (1) son un "*conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos*" (p. 23), y a la vez consideran dos dimensiones: la reflexiva y la acción. En este sentido, el maestro diseña, actúa y reflexiona sobre su práctica para reconstruir sus próximas intervenciones; por lo tanto, se hace necesario crear un ciclo constante de reflexión-acción-revisión o de modificación acerca de la estrategia empleada.

Para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación se emplean las buenas preguntas, el uso crítico de imágenes, las clases expositivas (1), los mapas conceptuales y las redes semánticas (2-4), la resolución de problemas, las tecnologías de la información y comunicación, el juego (5), las prácticas de laboratorio

(6-8) y los proyectos de investigación escolar (1, 9) entre otros; algunas de estas estrategias se utilizan en esta investigación, por lo tanto se amplía su fundamentación conceptual.

Hacer buenas preguntas en el aula, son una estrategia de enseñanza, con las cuales según la intención se pueden alcanzar objetivos como: a) promover el desarrollo de competencias de comunicación, b) estimular el pensamiento crítico y la producción de ideas, c) permitir la expresión de diversidad de respuestas, d) estimular la revisión y corrección de errores y e) focalizar habilidades de pensamiento junto con el contenido disciplinar con el fin de ayudar en el proceso de aprendizaje (1). Otra estrategia son las redes conceptuales, con las cuales se realiza la organización de la información que permite hacer una reorganización constructiva de lo que se aprende (2) y además sirven de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque permiten conceptualizar para después relacionar los conceptos y así lograr que el aprendizaje sea significativo (3).

Continuando con las estrategias, las actividades prácticas permiten el aumento del interés por aprender nuevas conceptualizaciones y fortalecen el desarrollo de habilidades cognitivas que al asociarlas con el trabajo científico logra que se pase de la receta a la construc-

ción de conocimiento científico escolar (7, 8,10). De otro lado, la ejecución de actividades de laboratorio o investigación en las que hay que formular hipótesis, diseñar y ejecutar experimentos, predecir resultados y extraer conclusiones hacen que se potencie la capacidad de resolver problemas con criterios propios del trabajo científico y además favorece un mayor aprendizaje de las ciencias (6, 8, 10, 11).

La estrategia que más contribuye a la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades de pensamiento es el proyecto de investigación, que según Arias (12) parte de la necesidad de resolver “...una pregunta o interrogante sobre algo que no se sabe o que se desconoce, y cuya solución es la respuesta o el nuevo conocimiento obtenido mediante un proceso investigativo” (p 39). En la escuela lo esencial no es hacer o formar investigadores sino desarrollar una actitud investigativa en los estudiantes; se trata de desarrollar en el alumno un pensamiento crítico con una postura científica frente a las cosas para que: problematice, pregunte y busque respuestas, desarrollando una actitud inquisitiva que le posibilite construir conocimientos significativos derivados de problemas planteados. La investigación escolar permite a los estudiantes aprender a través de la acción, la reflexión y la demostración, centrando la atención en plantear problemas y resolverlos. Además, ella favorece la construcción de conocimiento significativo en los alumnos porque facilita la motivación por el aprendizaje, permite el papel activo de las personas implicadas, contribuye a incorporar actividades de diferente naturaleza e introduce a la acción y reflexión continua (1, 9, 11).

Cuando se trabaja en la escuela es importante que los estudiantes desde temprana edad analicen los impactos de las investigaciones científicas para lograr un desarrollo integral; en este orden de ideas la educación en valores es necesaria para formar ciudadanos responsables, con una actitud coherente y global (13).

En consecuencia, las redes conceptuales, las buenas preguntas y la investigación escolar estimulan el desarrollo de habilidades de pensamiento que se pueden agrupar de acuerdo con su nivel de complejidad y abstracción como procesos básicos (observación, comparación y clasificación) y procesos superiores o integradores (análisis, síntesis, evaluación, argumentación y metacognición) (14). Estos procesos superiores son el fundamento sobre el cual se construye y organiza el conocimiento.

Las habilidades del pensamiento están directamente relacionadas con la cognición, que incluye diferentes formas de conocer algo, ellas están vinculadas entre sí, por ejemplo, para sintetizar es necesario el análisis o la inferencia (15). Ellas no se dan espontáneamente, por ello en la escuela se tiene la responsabilidad y compromiso de emplear diversas estrategias para posibilitar su desarrollo y permitir en los estudiantes una mayor comprensión de la ciencia como constructo de conocimientos y como actividad en sí (16).

Como a través de la educación se permite dar a cada estudiante las herramientas necesarias para instalarse en el mundo material y social y lograr que con estas construya sus propios proyectos, es importante el desarrollo de habilidades de pensamiento y valores que le permitan transformar sus conocimientos a través de diferentes actividades escolares.

Una acción pedagógica intencionada, significativa y trascendente impacta en la educación de los estudiantes; por lo tanto, esta investigación se adelantó con los objetivos de desarrollar algunas habilidades de pensamiento y la educación en valores relacionados con la ciencia en estudiantes de nivel escolar mediante el uso de diversas estrategias de enseñanza que incluyen un proyecto de investigación en microbiología (*Bacillus thuringiensis*: controlador biológico).

Materiales y métodos:

Este trabajo se desarrolló desde el paradigma constructivista dado que la realidad se construye mediante la interacción de los sujetos que conforman un grupo social, además se utilizó un enfoque cualitativo que permite la descripción de la realidad tal como la experimentan los participantes de la investigación (17).

La metodología empleada fue Investigación-Acción (IA) que es un proceso continuo, auto-reflexivo e introspectivo, que permite la transformación del quehacer pedagógico; se desarrolla a manera de peldaños en espiral y contiene 4 fases: planificación, acción, observación y reflexión (18).

La investigación se desarrolló en 7 etapas y cada una estuvo conformada por las 4 fases propias de la IA; ellas se realizaron con la intención de desarrollar habilidades de pensamiento (análisis, síntesis y argumentación) y educar en valores relacionados con las ciencias (sentido crítico y actitud responsable con el ambiente) mediante el uso de estrategias como las buenas pregun-

tas (en cuestionario, conversatorio, entrevista ficticia y discusiones de artículos científicos), la red conceptual y experimentos de laboratorio para la ejecución de un proyecto de investigación escolar en microbiología (resultados sintetizados en un póster).

La población analizada estuvo constituida por 5 estudiantes con edades entre 13 y 15 años pertenecientes al semillero de ciencias “jóvenes investigadores” de un colegio privado de Bogotá de estrato socioeconómico alto.

Resultados

En la primera etapa la maestra planificó un cuestionario para indagar sobre la percepción que los estudiantes tenían de la ciencia y conocer los tipos de valores que reconocían en ella. Las preguntas que se formularon fueron: ¿qué significa para usted ser investigador? ¿qué cualidades debe tener una persona que hace investigación? ¿cómo qué investigador quisiera ser y por qué? ¿qué significa para usted hacer investigación? ¿por qué le gusta investigar? ¿sobre qué quisiera hacer investigación? ¿para qué sirve la investigación en los campos social, cultural, político y económico? ¿para usted cuáles son los principales avances científicos y por qué? ¿cuál

es el impacto de las ciencias naturales en la humanidad? ¿qué le gustaría hacer en el futuro? ¿por qué prefiere hacer un proyecto de ciencias que tenga una etapa experimental?

El cuestionario fue respondido por los estudiantes y se observó que estaban a la expectativa de saber si estaban respondiendo correctamente. Al realizar un análisis reflexivo de las respuestas del cuestionario se evidenció la visión científicista y reduccionista de la ciencia que poseían los estudiantes y la presencia de algunos valores relacionados con las ciencias cuando expresaron la pasión por la búsqueda de la verdad, el deseo de investigar por el bienestar de la sociedad, el cuidado al detalle, la veracidad y el control sobre la naturaleza que se traduce en tecnología. La reflexión sobre las respuestas de los jóvenes condujo a la segunda etapa para la exploración y profundización en temas de ciencias a través de un conversatorio.

Después de planificar y realizar el conversatorio con los estudiantes, se obtuvieron diversas respuestas y algunas de ellas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Algunas respuestas del conversatorio de la segunda etapa

Temas del conversatorio	Algunas respuestas
1. La no neutralidad de la ciencia.	<p><i>“los bioinsecticidas son productos buenos con el medio ambiente y no producen daño en humanos, plantas, y animales”.</i></p> <p><i>“otro insecto se podría convertir en plaga al eliminar la plaga actual y salimos de un problema, pero entramos a otro”.</i></p> <p><i>“al hacer clonación se pierde la diversidad genética”.</i> <i>“es que hay que cuidar el medio ambiente para nuestros hijos y nietos”.</i></p>
2. Los resultados obtenidos en una investigación en ciencias.	<p><i>“me sentiría triste porque no encontré lo que buscaba, pero estaría alegre porque hice mi trabajo”.</i></p> <p><i>“Yo estaría contento porque hice la investigación y le estoy ahorrando el trayecto de investigación a otros, pero lástima que no conseguí lo que quería”.</i></p>
3. El valor que se le da a la investigación en nuestro país	<p><i>“aquí se hacen cosas, pero afuera hacen más, porque tienen más plata”.</i></p> <p><i>“siempre hay que ponerse la vara alta para llegar lejos”.</i></p>

4. El papel de las mujeres en la investigación.

“antes a la mujer le tocaba cuidar los hijos y cocinar, ahora no, ellas van a la universidad”.

“las mujeres son tan capaces como los hombres”.

Cuando se trataron cuatro temas con la intención de generar una actitud crítica positiva hacia la responsabilidad social y axiológica de la ciencia, inicialmente se observó que los jóvenes estaban muy callados, pero luego, tras la primera intervención de uno de ellos, fueron mucho más expresivos. Los comentarios de los estudiantes dejaron ver que: a) reconocían la no neutralidad de la investigación científica, b) entendían que todo desarrollo científico tiene ventajas y desventajas, aunque para ellos fueran más las ventajas, c) están de acuerdo sobre la importancia de todo resultado y d) comprenden los factores que inciden en los adelantos científicos de un país. Además, todos reconocieron que las capacidades humanas no están ligadas a un determinado sexo y que es importante cuidar el ambiente.

En la tercera etapa, la maestra planificó tres actividades: discusiones de varios artículos sobre *Bacillus thuringiensis (Bt)*, identificación de la pregunta de investigación e inicio de la formulación del proyecto escolar. Los estudiantes participaron de manera muy activa en las discusiones, plantearon la pregunta problema de su proyecto (“¿las concentraciones del sulfato de magnesio afectan la producción de la delta endotoxina de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1?”) e iniciaron la construcción del mismo. Se pudo observar que ellos tenían claro qué querían investigar y estuvieron muy receptivos a las indicaciones y sugerencias de la maestra. La reflexión sobre estas actividades permitió identificar el nivel de familiaridad que tenían con el lenguaje científico, la manera como se ampliaron sus conocimientos en biología y el progreso que lograron en términos de su actitud analítica y crítica sobre el tema.

Una semana después se continuó con la cuarta etapa, donde se planificó la revisión del proyecto de investigación escolar. En la socialización del proyecto, los jóvenes mostraron un mejor manejo del lenguaje científico y un desarrollo significativo de sus habilidades analíticas y argumentativas. La reflexión sobre la actividad permitió identificar, tanto en el documento escrito como en la sustentación oral, las evidencias del desarrollo de una actitud responsable y crítica frente al ambiente, la capacidad de anticipar la solución a un problema potencial y la habilidad de señalar lo esencial para una investigación.

Para la quinta etapa la maestra planificó tres actividades: la socialización de los ajustes del proyecto escolar, la construcción por parte de los jóvenes de una entrevista ficticia a un investigador con mucha experiencia en el tema de *Bt* y la preparación de los materiales para el trabajo de laboratorio. La segunda actividad (formulación de preguntas para una entrevista ficticia a un investigador) surgió de la reflexión de la maestra sobre las respuestas que los jóvenes dieron a las preguntas del cuestionario de la primera etapa de esta investigación; debido a que se inquietó y quiso saber qué tipo de preguntas (técnicas-científicas y/o personales) harían los estudiantes.

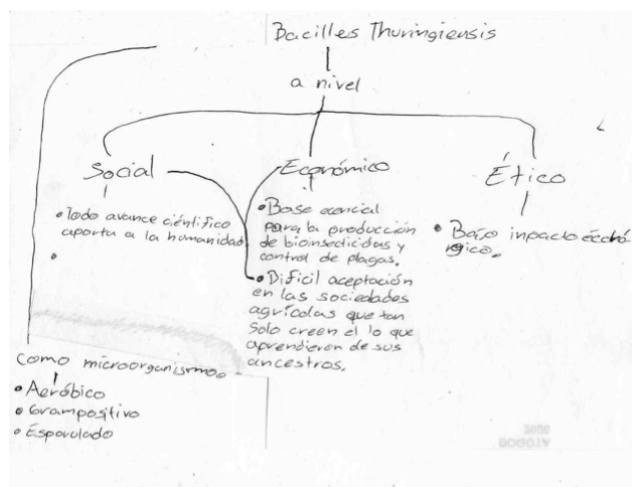
Durante el desarrollo de esta quinta etapa los jóvenes presentaron sus ajustes hechos al proyecto, y de esta forma mostraron el carácter social del proceso de investigación que se hizo evidente a través del diálogo entre los jóvenes, la maestra y el saber. Además, de una manera muy activa, ellos socializaron las preguntas diseñadas para la entrevista ficticia a un especialista en el tema; algunas de ellas fueron: “¿qué tan importante es la ciencia para usted?, ¿considera usted que la sociedad influye en la ciencia?, ¿cuándo usted era pequeño quería ser un científico?, ¿por qué se hizo investigador?, ¿cómo influye su familia en su trabajo?, ¿por qué escogió a *Bt* como tema de investigación?”.

En el encuentro surgió la pregunta ¿la ciencia puede resolver todos los problemas que aquejan a la humanidad? Unos dijeron que sí, otros que no; al final concluyeron que “no porque los problemas éticos, la pobreza, el mal manejo del poder y los problemas religiosos no los puede resolver la ciencia”. Al reflexionar sobre las dos primeras actividades de la quinta etapa se evidenció que con esta interacción se desarrollaron las habilidades analíticas y argumentativas de los estudiantes, así como la habilidad de síntesis, puesto que ellos tuvieron que imaginar nuevas condiciones o situaciones, buscar relaciones de causa-utilidad y argumentar su forma de pensar. Por último, realizaron la actividad tres de esta etapa que fue la preparación de los materiales para iniciar el trabajo de laboratorio.

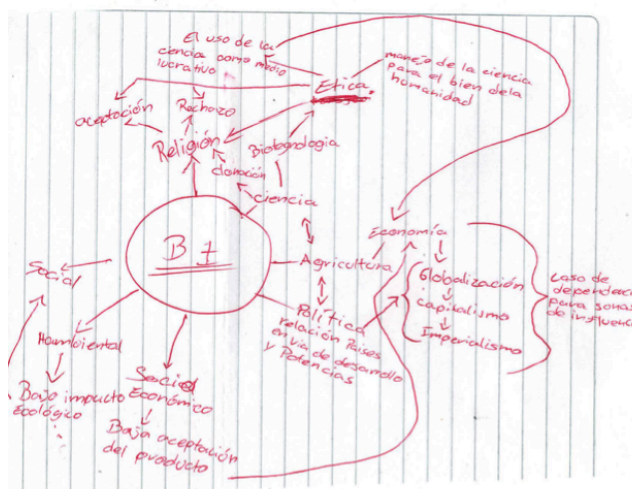
Para la semana siguiente, en la que se realizó la sexta etapa, se planificó la elaboración de una red conceptual en torno a *Bt*, tema escogido para el proyecto. Los jó-

venas realizaron la actividad como se observa en las figuras 1a y 1b; en un primer momento se mostraron indecisos sobre cómo iniciar, pero después de que se les presentaron algunos ejemplos que sirvieron como punto de partida, pudieron construirla. Al reflexionar sobre la red elaborada por cada estudiante se pudo concluir que lograron: 1) descubrir las relaciones entre las investigaciones en *Bt* y las áreas en las que estas tienen impacto, 2) identificar las características distintivas del microorganismo y sus aplicaciones en los campos socio-económico, agrícola y ambiental 3) reconocer la

importancia de cuidar el ambiente y 4) comprender la complejidad propia del trabajo en investigación científica. En función de lo anterior se puede inferir que los jóvenes potenciaron algunas de sus habilidades de pensamiento y valores relacionados con las ciencias. Cabe anotar que uno de los integrantes del grupo hacía parte del semillero desde cuarto de primaria, razón por la cual su red conceptual fue más completa que la construida por sus compañeros (figura 1b).



1a



1b

Figuras 1a y 1b: Redes conceptuales realizadas por 2 jóvenes del semillero.

Para la séptima y última etapa se planificaron actividades de laboratorio orientadas para que los estudiantes pudieran dar respuesta a la pregunta de investigación planteada en la tercera etapa; así como el sintetizar los resultados en un póster. Las actividades realizadas por

los jóvenes fueron: preparación del medio de cultivo Luria Bertani suplementado con sulfato de magnesio (2, 4, 8 y 12 g/l), siembra masiva de *Bt* por triplicado en cada uno de los medios preparados, tinción de láminas (coloración verde de malaquita y safranina) por triplicado de cada uno de los medios de cultivo, evalua-

ción microscópica (se analizaron 10 campos ópticos por cada concentración de sulfato de magnesio mediante la observación con objetivo de 100X), interpretación y análisis de los resultados.

Los jóvenes estuvieron proactivos y atentos a las indicaciones dadas para la ejecución de los diferentes en-

sayos en el laboratorio. La investigación escolar fue sintetizada en un póster diseñado por los estudiantes (figura 2); por lo anterior se pudo inferir que la enseñanza mediante investigación dirigida permitió el desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, tal como se evidencia en el póster.



Figura 2. Póster del proyecto de investigación escolar

Discusión:

La reflexión sobre el quehacer pedagógico posibilita la cualificación y renovación de la labor del maestro cuando se admite que el conocimiento no está acabado y es objeto de múltiples perspectivas (19).

Cuando la maestra reflexionó sobre los resultados de la estrategia de la primera etapa (cuestionario de indagación) pudo concluir que los estudiantes tenían una visión científicista de la ciencia debido a que reducían las cosas a lo más simple, separaban lo que está unido y unían lo que es diverso. Esta forma de ver el mundo se remonta a Descartes, quien desarticuló al sujeto pensante y a la cosa externa, es decir filosofía y ciencia, postulando como principio de verdad a las ideas claras y distintas. Este paradigma controla el pensamiento de occidente desde el siglo XVII, lo que produjo sin duda grandes adelantos científicos y tecnológicos; sin embargo, también ha producido consecuencias nocivas que están apareciendo desde el siglo XX. Los diferentes temas de investigación en ciencia deben tomarse como un todo, como parte de un sistema que permite distinguir sin desarticular, asociar sin identificar o reducir; debe estudiarse o analizarse como una red de elementos heterogéneos inseparablemente asociados, que están ligados a la ambigüedad, a la incertidumbre, a las interacciones, a los eventos y al azar (20). Además, pudo inferir que los estudiantes reconocieron elementos que se encuentran dentro de algunos valores relacionados con las ciencias tales como el sentido crítico y la actitud responsable con el entorno, los cuales hay que incentivar en la sociedad actual (globalizada e intercomunicada) en la que se presentan muchos contravalores (13).

Con la interacción social se abren nuevas zonas de conocimiento que de manera individual difícilmente se harían y que son necesarias para construir nuevo conocimiento (21). Esto se hizo evidente de manera progresiva, en cada una de las etapas de la investigación al emplear diferentes estrategias de enseñanza. Además, con el diálogo se evidenció el desarrollo del sentido crítico y la actitud responsable con el ambiente debido a que cuando el aprendizaje es cooperativo se permite un mayor grado de reflexión (13) y aprehensión del conocimiento.

La red conceptual como estrategia (2,3,4) les permitió a los estudiantes presentar lo esencial de las investigaciones en *Bt* y su relación con los diferentes campos sobre los que impacta y a la maestra le facilitó evaluar el nivel de aprendizaje conceptual (22). Con esta estrategia tam-

bién se pudo evidenciar el desarrollo del análisis, síntesis, argumentación, sentido crítico y actitud responsable con el ambiente.

Para el desarrollo de habilidades de pensamiento y de construcción de conocimiento científico escolar las prácticas de laboratorio realizadas por los estudiantes en la última etapa de esta investigación, fue otra estrategia didáctica desde la perspectiva constructivista que considera al estudiante como sujeto activo que aprende desde la ciencia adquiriendo conocimientos teóricos y conceptuales, sobre la naturaleza de la ciencia entendiendo las interacciones entre sociedad y ciencia y sobre la práctica de la ciencia (7, 23).

El trabajo práctico puede llegar a ser un proceso eficaz que posibilita tanto la construcción del conocimiento, dado que implica relacionar diferentes conceptos y definiciones que puedan conllevar a una mejor comprensión de lo que se está trabajando, como una oportunidad para desarrollar todo tipo de habilidades; el hecho de tener que llevar a la práctica los saberes y conocimientos adquiridos en diferentes espacios potencializa la capacidad de comprender, interpretar y argumentar una práctica (24). En este sentido, con el trabajo experimental los estudiantes pudieron comprender conceptos y establecer procedimientos relacionados con habilidades científicas tales como el razonamiento, el pensamiento crítico, el cuestionamiento del sujeto sobre lo observado en su realidad inmediata, la imaginación y por ende la creatividad (10).

La enseñanza mediante investigación dirigida a través de proyectos escolares tiene como propósito que el estudiante construya sus propios conocimientos a partir de la resolución de los problemas que surgen del contexto, lo cual le posibilita además el desarrollo de habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales (25). Adicionalmente el espíritu de la investigación dirigida radica según Moya et al (26) “*el trabajo en equipo, la explicación de la realidad y la contrastación de ideas entre sus semejantes, el profesor, con científicos o con los libros de texto*” (p. 120), lo que produce una construcción activa de conocimiento y el aprender a aprender. En este orden de ideas, con esta investigación los jóvenes a través de su proyecto de investigación escolar en microbiología cuyos resultados fueron sintetizados en un póster lograron no solo construir conocimiento sino además desarrollar habilidades de orden superior (análisis, síntesis y argumentación) como consecuencia del hecho de haberse visto enfrentados a la tarea de re-

solver problemas mediante la formulación de hipótesis, la toma de decisiones en cuanto a la recopilación de información, el análisis y la síntesis de los resultados obtenidos, la argumentación de los resultados encontrados mediante comparaciones con otros trabajos, el establecimiento de relaciones y la articulación de conceptos y/o teorías.

La comprensión de la complejidad de la ciencia y sus valores, así como el desarrollo de habilidades de pensamiento superior por parte de los estudiantes son desafíos que como maestros debemos seguir trabajando en la escuela para formar ciudadanos integrales necesarios para la sociedad actual.

De este trabajo se derivan las siguientes conclusiones: los jóvenes participantes pudieron desarrollar habilidades como el análisis, la síntesis, la argumentación y valores como el sentido crítico y la actitud responsable con el ambiente, haciéndose evidente en el conversatorio, las discusiones de artículos, la elaboración de la red conceptual, las socializaciones, la ejecución del

proyecto de investigación escolar y la elaboración del póster “Efecto del sulfato de magnesio en la producción de *d* -endotoxina de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD1”. Además, con esta propuesta no solo se permitió que los estudiantes construyeran conocimiento sino también que le dieran significado al quehacer científico a través de una actividad orgánica, dinámica, integrada e interactiva, en la que hubo una constante relación entre el pensamiento y la acción y en la que el alumno experimentó el proceso completo desde la identificación del problema hasta la solución del mismo.

Agradecimientos: al profesor Guillermo Fonseca por sus orientaciones y comentarios en la realización de esta investigación; así como a los estudiantes pertenecientes al semillero de ciencias “jóvenes investigadores” de un colegio privado de Bogotá.

Conflicto de intereses y financiación: no existen conflictos de intereses. La investigación fue financiada por la autora del trabajo.

Referencias

1. Anijovich, R., & Mora, S. (2010). *Estrategia de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor
2. Arteche, M. (2013). *Mapas conceptuales y redes semánticas como estrategias de aprendizaje en la asignatura de química para los alumnos de 2 de Bachillerato*. (Tesis de maestría). La Rioja- España: Universidad Internacional de la Rioja. En: https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1720/2013_03_01_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Porras, E., Geraldine, K., & Forero Ospina, D. S. (2017). ¿Cómo aportan las redes conceptuales en el aprendizaje significativo del concepto de excreción, en estudiantes de grado séptimo? *Bio-grafia*. 10 (19): 900-908. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7254>
4. Ontoria, A., Gómez, J., & Molina, A. (2018). *Potenciar la capacidad de aprender y pensar: Qué cambiar para aprender y cómo aprender para cambiar*. Madrid: Narcea Ediciones.
5. Pamplona, J., Cuesta, J.C. y Cano, V. (2019). Estrategias de enseñanza del docente en las áreas básicas: una mirada al aprendizaje escolar. *Rev. Eleuthera*. 21, 13-33. DOI: 10.17151/eleu.2019.21.2.
6. López, A. & Tamayo, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Rev. latinoam. estud. educ.* 8 (1), 145-166. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>
7. Espinosa, E., González K. & Hernández L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12 (1), 266- 281. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
8. Franco, R.; Velasco, M. & Riveros, C. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas: 2012-2016. *Rev. Fac. Cienc. Tecnol. TED*, 41, 37-56. <https://doi.org/10.17227/01203916.6031>
9. Aparicio, O. (2018). Investigación escolar. *Rev. Interam Inv. Educ y Ped, RIIEP*, 11(2), 121-133. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0002.08>

10. Vargas, C.; Moyano E; Medellín, F.; Ojeda, G; Jiménez, H; Sierra L. et al (2016). Escenarios de reflexión En: Encuentro de experiencias, Relatos de enseñanza de la biología a través de trabajos prácticos. Compiladores Medellín, F, Vargas, C. & Ojeda, G. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia. https://issuu.com/fondoeditorialupnc/docs/final_libro_web
11. Fernández, N. 2013. Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología *Revi. Educ. Biol.* 16 (2): 15-30
12. Arias, F. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. Caracas: ed Episteme. Pp 39.
13. Pereira, A (2016). La educación científica en valores: una necesidad en el aula de ciencias naturales de secundaria. (Tesis de maestría). La Rioja- España: Universidad Internacional de la Rioja: En: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3993/PEREIRA%20HERNANDEZ%2C%20ANDRES.pdf?sequence=1>
14. Velásquez, B., Remolina, N. & Calle, M. (2013). Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios. *Rev. Inves. UNAD*, 12 (2), 23-41. <https://doi.org/10.22490/25391887.1174>
15. Piñas, M., Paredes, A. & Casanova, T, (2019) Desarrollo de las habilidades del pensamiento en estudiantes de Tercer Año de Bachillerato de la Unidad Educativa “Amelia Gallegos Díaz” – Riobamba. *Rev. Killkana Sociales*. 3 (2), pp. 1-6. https://doi.org/10.26871/killkana_social.v3i2.462
16. Martí, J. (2012). Aprender ciencias en la educación primaria. Barcelona: Grao.
17. Ramos, C. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Av. psicología*. 23 (1) 9-17 http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf
18. Botella, A., & Ramos, P. (2019) Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles Educativos*, 41(163) 127-141
19. Jiménez, J., Rossi, F., & Gaitán C. (2017). La práctica reflexiva como posibilidad de construcción de saberes. *Aportes a la formación docente en educación física*. *Movimiento*, 23 (2), 587-600. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=115351637011>
20. Morin, E. (2005). Introducción al pensamiento complejo. España: ed Gedisa.
21. Vygotski, L. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Crítica.
22. Ciliberti, N. & Galagovsky, L. (1999). Las redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos. Un ejemplo para el tema de dinámica. *Enseñ cienc* 17 (1) 17-29. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21557>
23. Marin, M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Rev. EDUCyT*. 1 (1). <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/7553/3.pdf?sequence=1>
24. Córdoba, A. (2012). Representaciones mentales de habilidades científicas en el aula en profesores universitarios de ciencias naturales. Ed Universidad autónoma de Manizales. Colombia.
25. Vásquez, E., Becerra, A., & Ibáñez, S (2014). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. *Rev. científica* 18: 76-85. <https://doi.org/10.14483/23448350.5563>
26. Moya, A., Chávez E. & Castillo K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias *Rev. Ensayos Pedagógicos* 6 (1): 115-132. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos/article/view/4484/4313>