

# **La enseñanza y el aprendizaje de la biología**



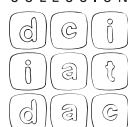
# La enseñanza y el aprendizaje de la biología

*Experiencias para comprender los efectos  
del consumo de Cannabis sativa*

Guillermo Fonseca Amaya  
Carmen Helena Moreno Durán  
*Editores*

Darío Armando Rojas López  
Yesika Mayuly Hernández González  
Erika Yamile Contreras Usaquén  
Pamela Mesa Cabrera  
Rosa Gineth Bermúdez García  
*Autores*

COLECCIÓN





**UD**  
Editorial

COLECCIÓN



© Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
© Guillermo Fonseca Amaya, Carmen Helena Moreno Durán,  
Darío Armando Rojas López, Yesika Mayuly Hernández  
González, Erika Yamile Contreras Usaquén, Pamela Mesa  
Cabrera, Rosa Gineth Bermúdez García  
© Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico  
ISBN: 978-958-787-198-2  
Primera edición, agosto de 2020

Dirección Sección de Publicaciones  
Rubén Eliécer Carvajalino C.  
Coordinación editorial  
Nathalie De la Cuadra N.  
Corrección de estilo  
Liliana Ayala  
Diagramación y montaje de cubierta  
Diego Villamil Espejo

Editorial UD  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Carrera 24 No. 34-37  
Teléfono: 3239300 ext. 6202  
Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

La enseñanza y el aprendizaje de la biología: experiencias  
para comprender los efectos del consumo de *Cannabis sativa*  
/ Guillermo Fonseca Amaya [y otros] ; compilación Bárbara  
Yadira García Sánchez y Adela Molina Andrade.-- Bogotá:  
Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020.  
264 páginas; 24 cm.  
ISBN 978-958-787-198-2  
1. Marihuana - Efectos fisiológicos - Investigaciones 2.  
Consumo de marihuana - Investigaciones 3. Adolescentes  
- Consumo de marihuana - Prevención - Investigaciones 4.  
Biología - Enseñanza I. Fonseca Amaya, Guillermo, autor  
362.29 cd 22 ed. A1661174

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Todos los derechos reservados.  
Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la  
Sección de Publicaciones de la Universidad Distrital.  
Hecho en Colombia

# Contenido

## Capítulo I

<b>La enseñanza y el aprendizaje de la biología y su aporte en la comprensión de los efectos de consumo de <i>Cannabis sativa</i></b>	<b>9</b>
---	----------

## Capítulo II

<b>Selección y caracterización de las instituciones educativas y estudiantes partícipes del proyecto de investigación</b>	<b>29</b>
El grupo de investigación y el desarrollo del proyecto	29
Caracterización	35
El problema es del ámbito individual o familiar	56
El problema es comunitario, del barrio o de la escuela	62
El problema es social	64

## Capítulo III

<b>Efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el sistema nervioso: una propuesta de ciencia en contexto, fundamentada en el marco de la EpC</b>	<b>77</b>
Introducción	78
Referentes teóricos	79
Metodología	83
Resultados y discusión	87
Conclusiones	116
Referencias bibliográficas	118

<b>Capítulo IV</b>	<b>147</b>
<b>Enseñanza del sistema nervioso y desarrollo de actitudes científicas en estudiantes de grado noveno</b>	<b>147</b>
Introducción	148
Referentes teóricos	149
Metodología	153
Resultados y análisis	157
Conclusiones	178
Referencias bibliográficas	179
<b>Capítulo V</b>	
<b>Enseñanza del sistema nervioso: un camino hacia la toma de decisiones asertivas en torno al consumo de sustancias psicoactivas</b>	<b>199</b>
Introducción	200
Referentes teóricos	201
Los modelos en la enseñanza de las ciencias	201
Metodología	204
Resultados y análisis	208
Conclusiones	217
Referencias bibliográficas	218
<b>Capítulo VI</b>	
<b>Experiencias en la enseñanza de la biología, que aportan en la comprensión de los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i></b>	<b>233</b>
Referencias bibliográficas	241
<b>Autores</b>	<b>261</b>

## CAPÍTULO I

# La enseñanza y el aprendizaje de la biología y su aporte en la comprensión de los efectos de consumo de *Cannabis sativa*

Guillermo Fonseca Amaya<sup>1</sup>

Carmen Helena Moreno Durán<sup>2</sup>

El consumo de sustancias psicoactivas (SPA) en las instituciones de educación básica, secundaria y media ha aumentado en los últimos años; situación que hace necesario repensar la función de la escuela y de las áreas del conocimiento, especialmente de la biología, en su aporte a la formación de ciudadanos críticos y reflexivos capaces de tomar decisiones asertivas. En este sentido, se planteó el presente proyecto de investigación en tres grupos de estudiantes de grados octavo y noveno pertenecientes a tres instituciones públicas de la ciudad de Bogotá D.C., cuyo objetivo principal se centró en aportar a la comprensión de los efectos del consumo de *Cannabis sativa*, como un medio que contribuya a la toma de decisiones asertivas frente a su consumo.

A partir de lo anterior, a continuación se presentan tres asuntos sustanciales que permiten comprender el desarrollo del proyecto. El primero corresponde a su contextualización (descripción y planteamiento del problema) y objetivos; el segundo ubica los marcos de referencia que orientan el desarrollo de la investigación; y el tercero realiza un recorrido por la apuesta metodológica con la que se procedió para aportar en la solución del problema y el desarrollo de los objetivos.

Respecto al primer asunto —el problema de investigación— es importante señalar que, en Colombia, la problemática del consumo de sustancias psicoactivas (SPA)

1 Docente investigador, Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología y Maestría en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupo de investigación, Biología, Enseñanza y Realidades (BER).

2 Docente investigadora, Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupo de investigación, Neurociencias (GINUD).

se plantea como un tema de interés social, educativo y ambiental. Investigaciones realizadas señalan que el consumo de SPA como marihuana, alcohol, cigarrillo, cocaína, heroína, éxtasis, bazuco, *popper*, alucinógenos y *dick*, así como pegantes y solventes, entre otras sustancias, son las de mayor uso y abuso entre los escolares de educación básica y media, es decir, con edades entre los 11 y 18 años. De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2014), este consumo se ha incrementado en los últimos años, según el estudio llevado a cabo en Colombia por el Gobierno nacional, en colaboración con entidades nacionales e internacionales. Dicho estudio estima que, en el año 2016, a nivel global, 13.8 millones de jóvenes con edades entre 15 y 16 años usaron cannabis; esto equivale a un promedio del 5.6%. Igualmente, 192 millones de personas consumieron, al menos, una vez en el último año (UNODC 2018). El número de consumidores de cannabis en todo el mundo sigue en aumento. En el decenio que terminó en el 2016, el incremento fue del 16%. En ese mismo año, la cantidad de cannabis incautada en todo el mundo disminuyó en un 27% (4386 toneladas), debido a la disponibilidad de cannabis medicinal y la legalización con fines recreativos en varios estados de Estados Unidos.

Por otra parte, el uso de *Cannabis sativa* y cocaína se ha documentado en Colombia desde los años treinta. La prevalencia máxima de consumo de cannabis se encuentra en Argentina (7,2%), seguida por Chile (6,7%) y Uruguay (6%), en comparación con la población en general. La mayor prevalencia de consumo de cannabis entre los estudiantes de secundaria ha sido reportada en Chile (15,6%), Uruguay (14,8%) y Colombia (8,4%) (UNODC, 2014).

Informes, como el realizado por UNODC (2018), establecen que en la actualidad existe un incremento en el consumo de drogas de abuso por parte de la comunidad estudiantil de básica, media y universitaria. Los adolescentes son los que presentan mayor prevalencia y factores de riesgo asociados al uso de SPA, pues inician el consumo de alcohol y cigarrillo alrededor de los 12 años, y es a partir de los 14 años de edad que tienen su primera experiencia con el consumo de drogas ilícitas, especialmente con la marihuana.

Por otra parte, trabajos como los realizados por Moreno *et al.* (2016) han evidenciado que la *Cannabis sativa* tiene efectos nocivos a nivel cerebral, tales como afectación en los procesos cognitivos, de memoria, toma de decisiones, coordinación y concentración. Del mismo modo, se estableció que consumidores de mayor tiempo y frecuencia de consumo de cannabis presentan disminución en el volumen de los lóbulos temporales en el cerebro, esto cobra vital importancia si se tiene en cuenta que su función está relacionada con los procesos de memoria a corto plazo, memoria visual y de palabras; además de procesos de audición debido, posiblemente, a que durante el efecto del cannabis se produce una disminución del flujo de sangre hacia este lóbulo. A nivel cardiorrespiratorio, la *Cannabis sativa* puede ocasionar daños irreparables en el pulmón y en el corazón, por consecuencia de la mayor cantidad de sustancias tóxicas que contiene y que se evidencian durante el consumo



del psicoactivo en la disminución de los volúmenes y capacidades pulmonares y en el aumento de hasta el 50 % de los latidos por minuto (Castelblanco *et al.*, 2017).

Lo anterior demuestra la existencia de estudios epidemiológicos y científicos acerca de la prevalencia y efectos del consumo de *Cannabis sativa* en la población estudiantil. No obstante, existe una ausencia de propuestas que vinculen dicho conocimiento científico con acciones educativas que contribuyan a la comprensión de los efectos de este psicoactivo en el organismo, a fin de propiciar espacios de reflexión en los que los sujetos, desde la construcción de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, tengan la capacidad de tomar decisiones acertadas frente al consumo. En este mismo sentido, las propias políticas educativas colombianas estipulan que la educación debe aportar a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y analíticos que fortalezcan el avance científico y tecnológico nacional, orientado al mejoramiento cultural y a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país, mediante la formación para la promoción, prevención y preservación de la salud y la higiene integral de problemas socialmente relevantes (Ley General de Educación, 1994).

Por otra parte, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en los lineamientos del área de ciencias naturales y educación ambiental, hace explícito que «enseñar ciencias debe darle al estudiante la oportunidad de establecer un diálogo racional entre su propia perspectiva y las demás con el fin de entender de mejor manera el mundo en que se vive» (MEN, 1998), es decir, la educación en ciencias debe comprender la propia situación de los niños y de los jóvenes y, desde allí, construir propuestas contextuales que aporten en su propio desarrollo.

Sin embargo, pese a lo planteado en las políticas, se establece una ruptura en los procesos de formación que privilegian la acumulación de información en los estudiantes y dejan de lado la comprensión de problemas propios de su cotidianidad, tales como consumo de sustancias psicoactivas.

Cabe señalar que las investigaciones en el campo de la enseñanza y el aprendizaje indican la necesidad de lograr en los estudiantes una alfabetización científico-biológica que llegue a la aprehensión, comprensión y aplicabilidad de los conocimientos biológicos funcionales e integrados de la vida cotidiana y a poder actuar de forma correcta ante su realidad sociocultural y sus problemáticas (Cañal, 2004). En ese aspecto, Jiménez (2003) plantea que el objetivo de un docente no se reduce a enseñar biología, sino que también incluye formar ciudadanos críticos, capaces de resolver problemas y participar en la toma de decisiones que involucren a toda una comunidad, por lo que se deben promover conocimientos conceptuales sobre las características, causas y consecuencias de fenómenos biológicos de interés educativo general (Bannet, 2000).

A partir de lo anterior, en la investigación se propuso como objetivo diseñar e implementar tres propuestas didácticas que aporten a la comprensión de los efectos

del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso, en tres grupos de estudiantes de educación básica de la ciudad de Bogotá, a fin de propiciar la toma de decisiones asertivas frente al consumo.

Para lograr el objetivo general se plantearon como objetivos específicos: *i)* caracterizar el nivel del consumo de sustancias psicoactivas en las tres instituciones partícipes del proyecto de investigación, a través de talleres de cartografía social, entrevistas y exploración a la comunidad educativa, apoyados en un instrumento que vincule diversos aspectos de orden sociocultural; *ii)* determinar las concepciones que tienen los estudiantes de las tres instituciones educativas partícipes del proyecto de investigación acerca del sistema nervioso, las sustancias psicoactivas y sus efectos en el organismo; *iii)* diseñar e implementar una propuesta didáctica que aporte a la comprensión del tópico generativo «efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso», tomando como eje problémico el contexto de los estudiantes pertenecientes al grado 904 del colegio La Gaitana IED; *iv)* diseñar e implementar una propuesta didáctica, basada en el modelo pedagógico social-cognitivo, que aporte al desarrollo de actitudes científicas para la comprensión del sistema nervioso y la toma de decisiones responsables frente al consumo de *Cannabis sativa*, en cinco estudiantes de grado noveno consumidores de la institución educativa Bravo Páez y *v)* diseñar e implementar una propuesta didáctica, a través del enfoque de enseñanza para la comprensión, que contribuya a la toma de decisiones asertivas en torno al consumo de *Cannabis sativa*, a partir de la construcción de modelos materiales del cuerpo humano en los que se reflejen los efectos del consumo de dicha sustancia en los diferentes sistemas.

En relación con el segundo asunto, acerca de los marcos de referencia que orientan el desarrollo de la investigación, es importante destacar dos líneas de referentes: el primero, sobre la *Cannabis sativa* y sus efectos en el organismo; el segundo, en relación con la enseñanza de la biología y la comprensión de problemas socioambientales.

Respecto al *Cannabis sativa* y sus efectos en el organismo, la *Cannabis sativa*, más conocida como marihuana o cáñamo, es la planta con efecto psicotrópico más usada a nivel mundial, de acuerdo con los estudios publicados en el último Informe Mundial sobre Drogas (UNODC, 2018). Según este informe, en el año 2016, la marihuana fue la sustancia más consumida, esto es, 192 millones de personas la usaron al menos una vez durante ese año. Asimismo, hasta el 2016, el número de consumidores de marihuana se incrementó en el mundo en un 16%.

En relación con Colombia, y según el Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar (2011), el consumo anual de *Cannabis sativa* es del 15,2% en comparación con la población en general. El consumo de *Cannabis sativa* en Colombia se ha incrementado, debido a la baja percepción de riesgo por

parte de la población en general y la fácil disponibilidad para adquirirla, de acuerdo con el estudio realizado por la UNODC (2014).

La población más vulnerable para el consumo de sustancias psicoactivas son los jóvenes, en comparación con las personas adultas. Las investigaciones muestran que el período de la adolescencia (entre 12 y 17 años) es de alto riesgo para el inicio del consumo de sustancias psicoactivas, cuyo pico más alto se alcanza en edades comprendidas entre los 18 y los 25 años (UNODC, 2018).

También está la población que solo consume con fines puramente recreativos, la que tiene ingresos altos y puede asistir a clubes en los que tienen fácil acceso a drogas, como éxtasis, marihuana, metanfetamina, cocaína, ketamina, LSD y el GHB; también puede tener acceso a estas en las universidades, fiestas en casas, conciertos, entre otros. Este consumo es más elevado en adolescentes y jóvenes de 15 a 24 años.

En contraposición a esto, los niños que habitan en la calle, y que están expuestos a condiciones extremas de hambre, frío y abusos sexuales, consumen inhalantes, como el pegante, el bóxer, disolventes, gasolina, pintura, corrector líquido y otros, para tratar de sobrevivir y sobrellevar las dificultades de su entorno. Por otro lado, niños de colegios, en la mayoría de los casos con problemáticas producto de la falta de afecto, maltrato verbal y físico, y grandes dificultades familiares, consumen estas sustancias que son de bajo costo y fácil acceso. El consumo de estas sustancias se ha incrementado a temprana edad: niños entre 8 y 13 años.

Según un estudio realizado por la Universidad de Antioquia (Posada, Puerta-Henao, Alzate y Oquendo, 2014), en doce universidades de Colombia, de 9876 estudiantes participantes, el 31.2 % declaró haber consumido —al menos— una vez en la vida. Este estudio registró que quienes más consumen son los hombres (39 %), en cuanto al porcentaje de mujeres consumidoras, este asciende al 24,4 %. Por su parte, el 32,5 % de los encuestados manifestó un alto riesgo del consumo de marihuana.

La planta es originaria de Asia Central. Su cultivo data de hace 8000 años; es herbácea y pertenece a la familia *Cannabaceae*. Tiene flores masculinas y femeninas en plantas separadas. Ha sido utilizada en diversas culturas antiguas, debido a sus características, que incluyen las fibras provenientes del tallo y que han servido para la elaboración de cuerdas, velas, sacos, así como también con fines religiosos, debido a las propiedades psicotrópicas que presentan algunas de sus variedades. También ha sido utilizada para efectos medicinales, incorporando los de tipo analgésico (hipnótico), antiespasmódico y antitusígeno (Ramos y Fernández, 2000).

Las sustancias psicoactivas de la *Cannabis sativa* son denominadas cannabinoideas y están presentes en la mayor parte de la planta, tanto en hojas como en flores, pero su máxima concentración está en el hachís o resina producida, gracias a las glándulas ubicadas en la base de las vellosidades de la hoja y, en

mayor cantidad, en la flor de la planta hembra. La *Cannabis sativa* tiene más de 400 sustancias. Cuando la planta se quema, el humo que produce tiene sustancias tóxicas, como el óxido nítrico, óxidos de nitrógeno, hidrógeno, cianuro, aminas e hidrocarburos aromáticos, tales como benzopireno y benzantraceno, y una cantidad comparable de la volátil N-nitrosamina en niveles de tres a cinco veces más altos, con respecto al humo del tabaco (Moir, Rickert, Levasseur, Larose, Maertens, White y Desjardins, 2007).

De esos 400 compuestos, se encuentran 66 que pertenecen al grupo de los cannabinoides: el delta 9-tetrahidrocannabinol ( $\Delta$ 9-THC), el cannabinal (CBN) y el cannabidiol (CBD); los cuales se encuentran en mayor proporción. El  $\Delta$ 9-THC se absorbe rápidamente en el organismo, produciendo los efectos psicoactivos; el CBN también tiene efectos psicoactivos, pero menores que el THC; y el CBD es el que tiene efectos terapéuticos utilizados en medicina para tratar el dolor, el vómito y la falta de apetito producidos por la quimioterapia en pacientes con cáncer (Solinas *et al.*, 2012).

Desde otro punto de vista, el sistema nervioso posee un sistema endocannabinoide endógeno constituido por receptores cannabinoides CB<sub>1</sub> y CB<sub>2</sub>, y sustancias cannabinoides propias, como la anandamida, que se sintetiza en neuronas que liberan neurotransmisores como GABA y glutamato. Los cannabinoides endógenos se unen a receptores cannabinoides CB<sub>1</sub> ubicados en la membrana (Devane *et al.*, 1998). Por la localización de los receptores cannabinoides en hipocampo, corteza cerebral, ganglios basales, sustancia negra, cerebelo, sistema nervioso periférico y, en menor cantidad, en hipotálamo y médula espinal, influyen en el placer, memoria, concentración, percepción sensorial y del tiempo, así como en el movimiento coordinado. La anandamida y otros cannabinoides endógenos se sintetizan cuando se experimentan estados de placer; son encargados de regular los efectos psicoactivos de los cannabinoides y de modular la liberación de neurotransmisores, como dopamina, noradrenalina, serotonina, GABA y glutamato (Ishac *et al.*, 1996). El delta 9-THC también se une a los mismos receptores cannabinoides CB<sub>1</sub> que la anandamida, por lo que produce efectos similares, mientras el cannabinal presenta mayor afinidad por receptores CB<sub>2</sub>, ubicados en células que constituyen órganos del sistema inmune, responsable de las propiedades inmunosupresoras de la marihuana en enfermedades como esclerosis múltiple.

De acuerdo con Abood M. y Martin B.R. (1992), el consumo de *Cannabis sativa*, una vez que el  $\Delta$ 9-THC llega a la sangre, produce efectos inmediatos, como enrojecimiento de los ojos, euforia, relajación, somnolencia, incremento de la frecuencia cardíaca y respiratoria y del apetito.

De otro lado, Moreno *et al.* (2016) realizaron un estudio para evaluar los efectos, a corto y a largo plazo, del consumo habitual de *Cannabis sativa* en universitarios de la ciudad de Bogotá. En este se estableció que, a nivel cognitivo, se ve afectada la memoria a corto plazo, con dificultad para recordar eventos recientes, dificultad

verbal, percepción de enlentecimiento del tiempo y disminución para mantener la atención y la concentración, entre otras. Por medio de técnicas de resonancia magnética estructural, se estableció que el consumo crónico de *Cannabis sativa* produce disminución del volumen de la sustancia blanca y gris en los lóbulos temporales e hipocampo de los dos hemisferios cerebrales; consecuencia que afecta en mayor proporción a los consumidores que iniciaron a temprana edad, que tienen mayor tiempo de consumo y mayor frecuencia de consumo, lo que concuerda con los estudios de Medina *et al.* (2009 y 2010) y Medina, Nagel y Tapert (2010), quienes reportan que el consumo crónico de *Cannabis sativa* tiene efectos en el desarrollo del cerebro de la población juvenil, lo que la hace vulnerable a las drogas.

Ashtari *et al.* (2011) y Bava y Tapert (2010) reportaron cambios en el volumen de materia gris y blanca en la corteza prefrontal, en el sistema límbico y en el cerebelo de usuarios consumidores de alcohol y otras drogas psicoactivas. En cuanto al sistema cardiorrespiratorio, el consumo de cannabis produce disminución en los volúmenes y capacidades pulmonares (Peña *et al.*, 2016) y afección en el funcionamiento cardíaco, tales como taquicardia, dado el drástico aumento, por minuto, de los latidos durante el consumo de hasta el 50% (Moreno *et al.*, 2016).

Estas investigaciones demuestran que el consumo de *Cannabis sativa* produce efectos nocivos, a corto y largo plazo, a nivel cognitivo y fisiológico, y que son más drásticos en quienes iniciaron en edades tempranas, es decir, que llevan mayor tiempo consumiendo; asimismo, quienes consumen con mayor frecuencia.

En relación con la enseñanza de la biología y la comprensión de problemas socioambientales, se destaca la educación en ciencias como una oportunidad para que los ciudadanos comprendan el mundo en el que viven desde distintas perspectivas, es decir, que puedan confrontar su propia percepción con otras lecturas que los enriquecen; de esa manera, los procesos de enseñanza y aprendizaje trascienden una mirada enciclopédica en la que lo fundamental es dar cuenta de un listado de temas sobre los que se evalúa su nivel de apropiación, para dar paso a un proceso en el que la comprensión y la transformación de los problemas socioambientales se constituyen en el medio y en el fin de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Así, en la actualidad se han planteado diversas perspectivas respecto a la enseñanza de las ciencias biológicas que aportan de manera contundente a la comprensión de la vida cotidiana, es decir, que no representen una simple enseñanza para el futuro, sino, por el contrario, una educación que permita situarse en el mundo y transformarlo. Con relación a esto, Gagliardi (2008) plantea que la enseñanza de las ciencias debe mostrar a los estudiantes las realidades a las que deben enfrentarse y darles las herramientas necesarias para que puedan afrontarlas de manera idónea, situación que impone la tarea de diseñar estrategias que permitan construir conocimientos que sirvan para resolver problemas concretos y que, al mismo tiempo, desarrollen la capacidad y la motivación por aprender. Según Gagliardi (2008), la

educación debe introducir elementos concretos de solución de problemas y estos problemas deben estar relacionados con la vida cotidiana, con las ambigüedades que deben sortear los estudiantes día tras día; para esto se hace necesario diseñar propuestas de enseñanza y de aprendizaje de orden contextual que aporten a las propias necesidades de las comunidades.

Lo anterior evidencia la necesidad de pensar la enseñanza y el aprendizaje de la biología desde tres aspectos fundamentales: el primero, referido a las consideraciones epistemológicas y políticas que el docente asume en su ejercicio de enseñar; el segundo, a las finalidades de la enseñanza de la biología; y el tercero, a los procesos metodológicos que se implementan en el aula de clase.

En relación con el primer aspecto, es importante considerar a la ciencia (en este caso a la biología) como una construcción social, histórica y dinámica que el hombre elabora para explicarse el mundo de lo vivo y de la vida.

En ese orden de ideas, Arcá, Guidoni, Mazzoli y Vitale (1990) plantean que la educación científica es el desarrollo de modos de observar la realidad y de relacionarse con ella; esto implica y supone los modos de pensar, de hablar, de hacer, pero, sobre todo, la capacidad de juntar todos estos aspectos. Es preciso, pues, estar dispuestos a cuestionar continuamente, a fondo y a cualquier edad, las relaciones —de interpretación, discurso e intervención— con las personas y los hechos de la vida.

En lo concerniente a la biología, a esta le subyace la configuración de un pensamiento complejo con el que los estudiantes establecen las múltiples interacciones que se suceden en la constitución del fenómeno de lo vivo. Al respecto, Jiménez (2003) señala que el conocimiento biológico le es connatural a la complejidad, debido a las múltiples interacciones que se dan entre los seres vivos, en las poblaciones y, en general, en todos los sistemas biológicos. Así, en los fenómenos biológicos predominan la multiplicidad y pluralidad de causas, las cuales bien pueden ser próximas o remotas. Las primeras se refieren a lo funcional y están controladas por programas genéticos y somáticos, y explican lo fisiológico y la expresión del genotipo; estas se corresponden con la biología funcional. Las causas remotas se refieren a lo evolutivo, a los cambios en el programa genético, y pertenecen a la biología evolutiva (Mayr, 2006). En la actualidad, pensar en la biología, es situarse en el paradigma del organicismo u holístico, trascendiendo miradas mecanicistas y vitalistas de siglos anteriores, asunto que ubica a la enseñanza y el aprendizaje en la posibilidad de contribuir al desarrollo de un pensamiento multicausal en los estudiantes que les permita configurar de manera compleja los diversos problemas socioambientales y, desde esta misma racionalidad, aportar a su transformación.

Por otro lado, la condición política del maestro se vincula con su intención de contribuir a la comprensión y transformación de las realidades, desde una perspectiva argumentada, a través de los conceptos estructurantes de la biología, así, la enseñanza y el aprendizaje abandonan el lugar de la neutralidad para adoptar una postura que les

permita a los estudiantes asumirse como ciudadanos en perspectiva de equidad social y de protección del ambiente, y aporte a mejorar su calidad de vida.

El segundo aspecto está relacionado con las finalidades de la enseñanza de la biología; es posible pensar en tres de ellas que son básicas: la primera, el desarrollo de aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales que faciliten la comprensión y el aporte a la solución de problemas socioambientales de orden contextual, por medio de la toma de decisiones de manera argumentada, que favorezcan el desarrollo personal y comunitario que garantice la protección de lo vivo y de la calidad de vida. De ese modo, el fin de la enseñanza y el aprendizaje de la biología, se relaciona con la comprensión de las múltiples interacciones que se suceden entre los diversos organismos que configuran la vida misma.

En este mismo sentido, Jiménez y Sanmartí (1997) plantean como finalidades de la enseñanza de las ciencias: el aprendizaje de conceptos, la construcción de modelos, el desarrollo de destrezas cognitivas y el razonamiento científico, el desarrollo de destrezas experimentales, la resolución de problemas y el desarrollo de actitudes y valores. Por su parte, Fonseca y Moreno (2015) insisten en que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la biología aporten a la comprensión de la biología articulada, al desarrollo de actitudes frente al cuidado de la vida y al desarrollo de procedimientos propios en la construcción de conocimiento biológico.

En lo que se refiere a contextualizar la ciencia, lo que se espera es hallar una relación de la vida cotidiana, actual y futura de los estudiantes (Caamaño, 2005), en la que el contexto, propiamente dicho, sea el análisis de una situación o problema complejo, relevante socialmente y perteneciente a su entorno, que permita que, a partir de su estudio, se vayan modelando conceptos clave, necesarios para comprenderlo y para tomar decisiones, interrelacionándolos y organizándolos, junto con las experiencias y el nuevo lenguaje que se va produciendo alrededor de modelos teóricos esenciales de la ciencia (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011). En relación con esto, Fonseca y Moreno (2015) señalan que los contextos escolares aportan significativamente al diseño de propuestas de enseñanza y aprendizaje al reconocer el saber que circula en los propios contextos de los educandos y en las instituciones educativas.

La segunda finalidad es valorar la repercusión social de la ciencia a través del desarrollo de un pensamiento crítico que permita asumir de manera argumentada los desarrollos científicos relacionados con la propia condición humana, para tomar decisiones que garanticen el cuidado de sí mismo y de las otras especies, comprender la ciencia y la tecnología, como lenguajes que interpretan la realidad, es decir, generar en los estudiantes una mirada fundamentada acerca de lo que sucede con la ciencia misma, para asumir de manera responsable, y con juicio argumentado, toda la información que circula en la sociedad; también, aportar a la configuración de ser ciudadano en equilibrio dinámico con la naturaleza y la cultura, pues no resulta



útil una comprensión que se vincule solo con lo conceptual, o que no se manifieste en el propio comportamiento del sujeto en su comunidad. La tercera finalidad se relaciona con contribuir a la transformación del propio contexto a través de la participación en la solución de problemas; en consecuencia, el estudiante se vincula de manera propositiva en su comunidad, y a través de sus comprensiones acerca de lo vivo y de la vida, puede trabajar en la configuración de una sociedad más equitativa y de protección del ambiente.

De otro lado, ampliando el asunto de las finalidades de la enseñanza de la biología, De Longhi y Rivarosa (2015), invitan a proponer innovaciones e investigaciones que den respuesta a cómo hacer para que la población se apropie de un saber, un saber hacer y una actuación que mejore la calidad de vida. A la vez, proponen dos desafíos a los profesores: primero, contextualizar el tema/problema en la realidad sociocultural, con el fin de acercar el accionar ético del colectivo humano; y segundo, lograr coherencia entre las decisiones de la práctica con los fundamentos teóricos del área pedagógico-didáctica, notables avances producidos en su campo, así como las características de su aprendizaje y enseñanza. Respecto a las finalidades de la didáctica de la biología, Jiménez (2003) considera:

El contexto actual de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad nos plantea nuevos problemas sobre qué biología enseñar y cómo enseñarla, sobre cómo interesar a los adolescentes en la biología y cómo promover la formación de pensamiento crítico, puesto que nuestros objetivos no se reducen a enseñar biología, sino que también incluyen formar ciudadanos y ciudadanas capaces de resolver problemas, de participar en la toma de decisiones. (p. 146)

A la par, Cañal (2004) reclama que los profesores deben tener:

[...] unos conocimientos biológicos funcionales e integrados aptos para la reflexión y actuación profesional en contextos concretos de la realidad sacionatural y ante problemas reales, lo que recuerda y refuerza la necesidad de orientar la educación en este campo de una adecuada alfabetización científico-biológica de la población. (p. 29)

Complementa el autor, desde el punto de vista de la alfabetización científico-biológica, que la educación escolar obligatoria debe predominar, considerando unos objetivos de enseñanza viables en el desarrollo de las capacidades e instrumentos cognitivos y afectivos para que el alumnado comprenda y actúe ante las problemáticas socioambientales propias del conocimiento biológico (Cañal, 2004).

De otra parte, Banet (2000) considera que las finalidades de la enseñanza de la biología deben promover el desarrollo de aprendizajes conceptuales, procedimentales, actitudinales, que permitan a los estudiantes proponer soluciones fundamentadas a determinados problemas medioambientales o relacionados con su alimentación, así como fomentar comportamientos saludables en estos dos ámbitos o en los de la sexualidad. Entre tanto, Castro y Valbuena (2007) aprecian que es importante que los estudiantes desarrollen un pensamiento sistémico de la



biología, en lugar de que definan qué es una célula o un ecosistema sin establecer relaciones entre sí.

En relación con los contenidos de enseñanza, Cañal (2004) contribuye con su reflexión sobre los aprendizajes conceptuales, desde un consenso en la construcción de modelos interpretativos sobre los principales campos conceptuales de la biología: evolución, nutrición, reproducción, relación, célula, organismo vivo, ecosistema, pero a partir de unos modelos situados en contextos reales y provistos de ricas conexiones internas y externas. Cañal (2004) destaca, en la alfabetización científico-biológica, el aprendizaje de los siguientes procedimientos: de comunicación y de toma de decisiones personales y colectivas; de interacción cognitiva de la persona con la naturaleza; de elaboración/transformación de información; de reconocimiento y formulación de problemas; de formulación de hipótesis o explicaciones; de planificación de tareas, actividades y proyectos, y procedimientos de evaluación del desarrollo y resultados de tareas. Todo esto, en cuanto a las actitudes, aproximación progresiva a las actitudes científicas (curiosidad, interés por la resolución de problemas, colaboración confianza en sí mismos, sentido crítico, interés por la observación, interés por la conservación del entorno natural, los ecosistemas y la biodiversidad).

De otro lado, la investigadora Zogza (2016) expresa la necesidad de educar a los ciudadanos como un gran desafío para la educación biológica que articule la comprensión de los conceptos biológicos con los procesos de toma de decisiones. La investigadora, retomando a Erduran y Jiménez-Aleixandre (2008), señala que es crucial el desarrollo de entornos de aprendizaje que favorezcan la construcción y evaluación de argumentos con base biológica, las consideraciones culturales/éticas y la naturaleza de las ciencias biológicas y de la tecnología (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2008). De ese modo establece la relación entre biología y cultura, que plantea la relevancia de la biología en la vida cotidiana, desde las influencias culturales reportadas en la comprensión de la biología, tecnología y sociedad, la educación para la alfabetización científica y las cuestiones sociocientíficas han sido un gran campo de investigación y se debe continuar el esfuerzo por encontrar temas inexplorados.

El tercer aspecto se refleja en los procesos metodológicos que se implementan en el aula de clase, enfatiza en la idea de la enseñanza y el aprendizaje de la biología desde una perspectiva de investigación escolar; así, el estudiante es quien, a través de las propias preguntas que le sugiere el contexto problemático, guiará su aprendizaje, reconociendo la pregunta como eje que dinamiza este proceso, dado que su comprensión y solución pone al sujeto en la actitud de protagonista de su propio aprendizaje, siendo él, con la orientación del profesor, quien se hace responsable de su propia experiencia como constructor de las explicaciones. La investigación escolar, como una estrategia flexible, involucra al estudiante en la construcción de

explicaciones cuando, para construir un conocimiento escolar, acude a diferentes fuentes de conocimiento y diversas maneras de proceder.

Así, el principio didáctico de la investigación se refiere al planteamiento de una propuesta centrada en la formulación y tratamiento de situaciones nuevas, de problemas relativos, tanto en los procesos de aprendizaje de los alumnos, como en la actuación del profesor en el aula. Supone una perspectiva que, teniendo presente la complejidad de relaciones existentes en el aula, facilita no solo un aprendizaje constructivo por parte de los estudiantes, sino también una actuación reflexiva del profesor respecto a la actividad escolar. Como principio didáctico, la investigación se presenta no como una metodología de trabajo, sino como una dimensión educativa que impregna todo el planteamiento curricular, e incide no solo en los aspectos relativos a «cómo enseñar» (metodología), sino también en el aprendizaje (enfoque constructivista que subyace en la resolución de problemas mediante la investigación), en la organización del ambiente de trabajo (la investigación como labor de equipo que presupone un determinado contexto de trabajo y el fomento de la comunicación), en la necesidad de contactar con la realidad como fuente de problemas y de datos (enfoque ambiental), en la consideración de los contenidos como objetos de estudio (problemas) y como recursos (informaciones movilizadas en el proceso investigativo).

Aunque la concepción del aprendizaje como un proceso de investigación no es nueva, en los últimos años, las propuestas coherentes con esta idea han adquirido un desarrollo notable, especialmente desde posiciones llamadas constructivistas. García y Cañal (1995) en Campanario (1999) han revisado las propuestas que defienden el aprendizaje como investigación y han encontrado una serie de componentes comunes en todas ellas y algunas diferencias de matiz. En este sentido, se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los educandos y proporcionen una concepción preliminar de la labor. Los estudiantes, al trabajar en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas. Los problemas se tratan siguiendo una disposición científica, con exposición de hipótesis (y explicitación de las ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución y análisis, y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de estudiantes.

Es esta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, que lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis. Los nuevos conocimientos se construyen y aplican a nuevas situaciones para profundizar en ellos y afianzarlos. Este es el momento más indicado para hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Campanario, 1999). Las estrategias propias del aprendizaje, como la investigación, deben ir acompañadas de actividades de síntesis que den lugar a la elaboración de productos, como esquemas, memorias, mapas conceptua-

les, etc., y que permitan concebir nuevos problemas y alternativas de integración concretas (Campanario, 1999).

En esta misma línea, García (1998) representa en tres momentos el proceso de investigación escolar: *i) Formulación del problema*: en este momento de la investigación es cuando se realizan las actividades correspondientes al reconocimiento y formulación del problema o pregunta. *ii) Resolución del problema*: aquí, los estudiantes se hacen conscientes y explicitan fácilmente sus propias ideas acerca del problema; también comienzan la interacción con nueva información proveniente del medio, es decir, interacción con distintas fuentes de información, como lectura de libros, artículos, videos, documentales, metodologías, Internet o consultas con especialistas o elaboración de experimentos y *iii) Elaboración de conclusiones*: es la finalización del proceso investigativo: en esta fase se resuelve el problema de investigación y los estudiantes generan una puesta en común, es decir, comunican lo aprendido. Esta es una actividad que les permite aplicar y hacer explícita la construcción del conocimiento que lograron durante su proceso, además, fija una estructura mental sobre lo aprendido.

En relación con los planteamientos anteriores, es importante reconocer el desarrollo que el campo de la didáctica de las ciencias, en particular de la biología, ha alcanzado. Jiménez (2003) señala que, la enseñanza de la biología aporta a los estudiantes la construcción de conocimiento biológico para formar individuos que desarrollen un pensamiento crítico, frente a temas relevantes y de actualidad en la biología, como la manipulación genética, o el uso de animales para experimentos científicos, y la solución de problemas relevantes de la sociedad. En esta misma dirección, Bannet (2000) propone que se deben promover conocimientos conceptuales sobre las características, causas y consecuencias de fenómenos biológicos de interés educativo general, favorecer el aprendizaje de determinadas destrezas manuales y habilidades de investigación, para contribuir al desarrollo de las capacidades intelectuales de los estudiantes; también se debe contribuir al desarrollo de las conductas adecuadas y saludables, tanto desde el punto personal como social. De este modo, los conceptos no solo deben realizarse desde la perspectiva de la formación científica para llegar a cursos superiores, sino que también se debe considerar el grado en el que los aprendizajes puedan contribuir a promover herramientas que les permitan evaluar los beneficios personales y sociales derivados de determinados comportamientos y, con ello, tener las bases para saber interpretar un buen número de acontecimientos que suceden fuera de las aulas. En este sentido, se puede decir que el conocimiento conceptual de la biología tiene una gran incidencia en los ámbitos de interés social y conducta en la formación de los estudiantes.

Además, Cañal (2004) plantea, de acuerdo con el enfoque de alfabetización científico-biológica, que ha de ser el predominante en la educación escolar obligatoria, son prioritarios los objetivos de enseñanza que se refieren al desarrollo de las

capacidades e instrumentos cognitivos y afectivos necesarios para que el alumnado vaya logrando comprender, posicionarse personalmente y, en su caso, actuar ante las problemáticas socioambientales, que incluyen componentes de conocimiento biológico. En este contexto, se propone la construcción de unos conocimientos biológicos funcionales e integrados, que permitan comprender la aplicabilidad de estos conocimientos a los eventos de su diario vivir; y las problemáticas del entorno, para poder actuar de forma correcta ante su realidad sionatural.

En el contexto nacional, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (MEN, 2004) plantean que la enseñanza de las ciencias naturales debe enfatizar en los procesos de construcción, más que en los métodos de transmisión de resultados y debe explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad. En estos referentes institucionales, se insiste en la necesidad de procurar un proceso de enseñanza y de aprendizaje que establezca relaciones entre el mundo de la escuela y la propia vida de los niños y los jóvenes. Una educación pertinente para las propias comunidades.

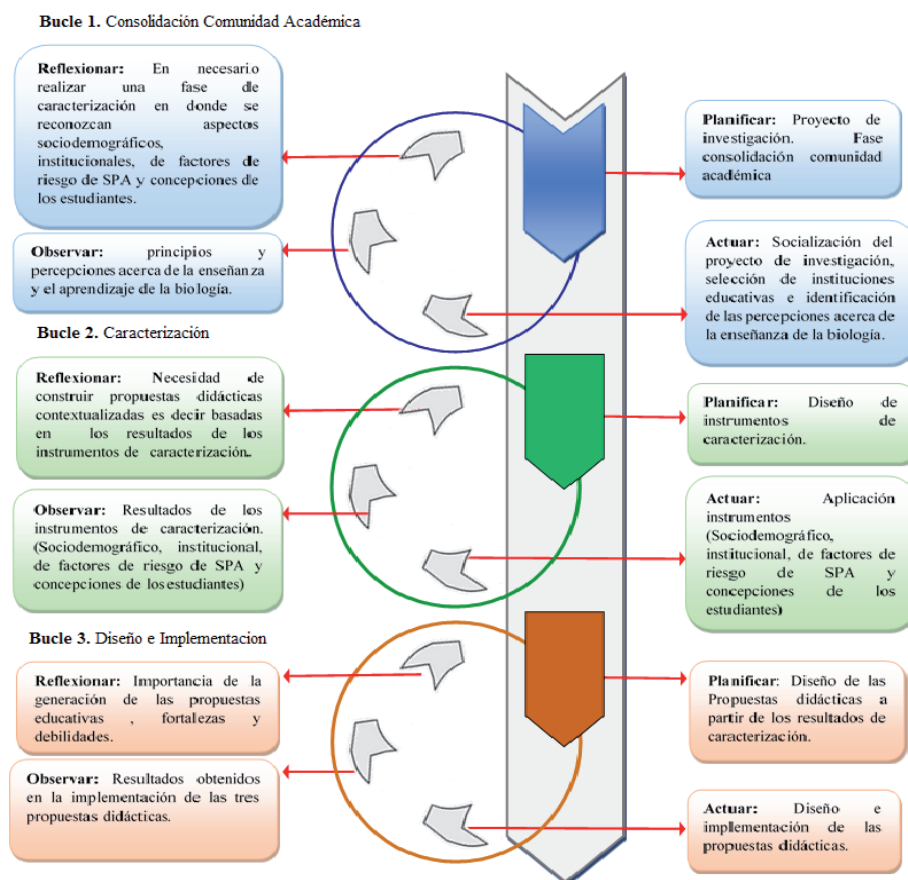
En relación con el tercer asunto sustancial, que se refiere a la apuesta metodológica con la cual se procedió para aportar en la solución del problema y el desarrollo de los objetivos, el proyecto de investigación se realizó a partir de los planteamientos del paradigma de investigación sociocrítico, específicamente de la investigación-acción, y se enfocó en un estilo de investigación abierta, democrática y centrada en los problemas prácticos de la educación. Carr y Kemmis (1988) introdujeron la investigación-acción como una propuesta interesante que pretende mejorar los procesos escolares, producto de la revisión y del desarrollo de los planes de estudio generados en las escuelas; además, se ha convertido en una creciente conciencia profesional entre los profesores que buscan nuevos modos de trabajar y de comprender su trabajo. Este tipo de investigación se reconoce como una espiral autorreflexiva de bucles constituidos por cuatro momentos: planear, actuar, observar y reflexionar, y, luego, replanificar, como base para la solución de los problemas educativos.

Según Kemmis y McTaggart (1988) en la planeación —como su nombre lo dice— se desarrolla un plan críticamente informado para mejorar lo que ya está ocurriendo; en la acción se lleva a cabo una actuación para poner el plan en práctica; en la observación se miran los efectos de la acción críticamente informada en el contexto en el que se desarrolla; y en la reflexión, en torno a esos efectos, se vuelve la base para una nueva planificación, dicho de otra manera, se convierte en una acción críticamente informada posterior, para generar otros ciclos sucesivos, que a su vez serán fuente, tanto de mejora como de conocimiento.

De esta manera, las acciones en la investigación deben caracterizarse por el rol protagónico que requieren sumir en la transformación de los contextos sociales en los que estén inmersos los sujetos, es decir, debe ser un proceso de investigación

orientado al cambio social, caracterizado por una activa y democrática participación en la toma de decisiones, en la que es esencial la responsabilidad del docente en su rol de investigador. La metodología del proyecto se dividió en tres bucles de investigación de la siguiente manera (ver figura 1).

**Figura 1.** Consolidación comunidad académica



**Fuente:** elaboración propia

### Primer bucle. Consolidación comunidad académica

A través de las catorce direcciones locales de educación de la ciudad de Bogotá D. C., se convocó a los maestros del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental que quisieran participar en el proyecto de investigación. Los maestros de las instituciones interesadas asistieron a la socialización del proyecto; allí respondieron los siguientes interrogantes: ¿por qué cree que es importante el proyecto en su institución?

¿Cuál será el aporte de la institución, los docentes y los directivos en el desarrollo del proyecto de investigación? ¿Cuáles son las condiciones, tanto a nivel físico como curricular de la institución, que aportan al desarrollo de la investigación? Teniendo en cuenta el interés y las respuestas de los asistentes, se seleccionaron tres instituciones educativas para llevar a cabo la investigación.

Los estudiantes seleccionados y sus acudientes firmaron un asentimiento y consentimiento informado, de acuerdo con lo que dicta la Ley 10 de 1990, el Decreto 2164 de 1992 y el artículo 11 de la Resolución 008430 de 1993 *Investigación con riesgo mayor que el mínimo*, con el que se informó el procedimiento y las características de la investigación que se adelantaría, además de su confidencialidad por condiciones éticas.

Una vez conformado el equipo de investigación por tres profesores del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental pertenecientes a colegios de Bogotá D.C, tres docentes en formación que realizaron su trabajo de grado en el marco de esta investigación y dos profesores investigadores del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se procedió a construir una perspectiva en relación con la enseñanza y el aprendizaje de la biología que aportara al diseño e implementación de las propuestas didácticas de cada una de las instituciones educativas, por medio de ejercicios de lectoescritura que permitieran reconocer los saberes de profesores en ejercicio, profesores en formación y profesores formadores de formadores, sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología.

El ejercicio de reflexión se llevó a cabo en dos momentos. En el inicial, los docentes en formación, junto con los docentes titulares de cada una de las instituciones, respondieron los siguientes cuestionamientos: ¿por qué o para qué es importante la enseñanza de la biología? ¿Cuáles conceptos considera de vital importancia abordar en la clase de biología en la escuela secundaria? ¿Cuáles son las estrategias más apropiadas para enseñar y aprender la biología en la escuela? Y con respecto a la enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso, ¿qué es lo fundamental al trabajar en el aula y por qué?

En el segundo momento se compartieron los escritos que hicieron los integrantes de la investigación; en este punto fue de vital importancia que cada uno de los docentes evaluara y aportara a los cuestionamientos de los demás integrantes de la comunidad académica. Esto propició un ejercicio de retroalimentación que permitió la construcción colectiva de conocimiento acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la biología. Del mismo modo, se reflexionó en torno a la importancia de caracterizar los aspectos sociodemográficos de los estudiantes, y las instituciones educativas, además de los factores de riesgo asociados al consumo de SPA y las concepciones de los estudiantes del sistema nervioso, las SPA y sus efectos en el organismo.

## Segundo bucle. Caracterización de estudiantes e instituciones educativas

La caracterización de los estudiantes y las instituciones educativas se realizó en tres momentos. En el primero se caracterizaron los aspectos sociodemográficos de los educandos y las generalidades de las instituciones educativas; en el segundo, se caracterizaron los factores de riesgo asociados al consumo de SPA; finalmente, en el tercero, se identificaron las concepciones de los educandos acerca del sistema nervioso, las SPA y sus efectos en el organismo. A continuación se detalla cada uno de estos procesos.

- Caracterización sociodemográfica. Se adelantó una encuesta de 29 preguntas (ver anexo 3) a los tres grupos de estudiantes seleccionados, en la que se indagó sobre aspectos personales, condiciones socioeconómicas y actitudes frente a la clase de biología. Dichas encuestas fueron sistematizadas mediante estadística descriptiva en el programa Excel 2010.
- Caracterización institucional. Se aplicó a los coordinadores y rectores de las tres instituciones educativas partícipes del proyecto de investigación un instrumento con nueve preguntas abiertas. Se indagó sobre el Proyecto Educativo Institucional (PEI), los planteamientos y fundamentos curriculares y pedagógicos, teniendo en cuenta la Ley General de Educación (115 de 1994), el enfoque de la enseñanza de las ciencias y el consumo de sustancias psicoactivas en la institución. Dicho instrumento fue sistematizado y analizado cualitativamente.
- Caracterización de factores de riesgo asociados al consumo de SPA. Se realizó la caracterización cuantitativa de factores de riesgo asociados al consumo de SPA, empleando el cuestionario de autorreporte de Factores de Riesgo Interpersonales para el Consumo de Drogas en Adolescente (FRIDA) de Secades, Carballo, Fernández, García y García (2006).

Este cuestionario consta de 90 ítems con escala Likert y analiza los siguientes siete factores de riesgo: *i*) reacción de la familia ante el consumo, *ii*) grupo de amigos o iguales, *iii*) acceso a las drogas, *iv*) riesgo familiar, *v*) educación familiar en drogas, *vi*) actividades protectoras y estilo educativo e *vii*) índice de vulnerabilidad global. La aplicación y el análisis de la prueba FRIDA fueron realizados por la psicóloga Carolina Quiñones. Durante la aplicación de la prueba estuvieron presentes los docentes en formación y docentes en ejercicio. Se leyó el procedimiento y se hizo su aplicación, que duró aproximadamente 20 minutos. Todos los datos se consignaron de manera anónima. En cuanto a la calificación, se usó la modalidad *online* que ofrecía esta prueba y arrojó los puntajes estandarizados; posteriormente, para su análisis, se migró la totalidad de los datos al programa estadístico SPSS 22.



Después, se complementó el análisis cuantitativo de factores de riesgo asociados al consumo de SPA con métodos cualitativos, como cartografía social y análisis de discurso, a fin de obtener resultados más confiables. Para la recolección de los datos, se realizó un taller en el que los participantes se agruparon al azar y se les pidió que, primero, dibujaran un mapa señalando su colegio, su casa y tres lugares que consideraran importantes en su barrio; segundo, identificaran las problemáticas sociales presentes en su barrio, señalándolas con un color y una conversión para cada una. Posteriormente, cada grupo expuso su mapa cartográfico, explicando lo que habían encontrado. De forma adicional, se les pidió a los estudiantes que se enfocaran en cómo los hacían sentir estas problemáticas.

Los participantes respondieron preguntas concernientes al *i)* origen del problema, *ii)* cómo se afecta la calidad de vida, *iii)* cómo ven estas problemáticas a futuro, *iv)* a quién le corresponde solucionar estas problemáticas, *v)* cuál es el papel de la escuela y *vi)* cómo creen ellos que la clase de biología puede aportar a la solución de la problemática. Una vez realizado el taller, se procedió al análisis cartográfico y al análisis por redes temáticas para finalmente triangular la información cualitativa con los resultados cuantitativos.

- Caracterización de las concepciones de los estudiantes. Para cada institución educativa se elaboró un instrumento de concepciones conformado por preguntas relacionadas con el sistema nervioso y el consumo de sustancias psicoactivas. Los instrumentos diseñados no correspondían a cuestionarios cerrados, por el contrario, plantearon preguntas de respuesta abierta. Durante una hora fueron diligenciados, de manera individual, por los estudiantes de los grados octavo y noveno de las tres instituciones educativas. Los resultados fueron sistematizados y analizados mediante las categorías: estructura y funcionamiento del sistema nervioso, sustancias psicoactivas y efectos del consumo de *Cannabis sativa*.

### **Tercer bucle. Diseño e implementación de las propuestas didácticas**

Finalmente, se hicieron sesiones de trabajo en las que, desde el principio de la investigación-acción, la perspectiva creada sobre la enseñanza y el aprendizaje de la biología por la comunidad académica y los resultados de la caracterización se desarrollaron en metodologías específicas que partieron de las singularidades de cada una de las instituciones educativas para dar lugar a la construcción y aplicación de tres propuestas didácticas, cuyo eje se centró en la comprensión de los efectos del consumo de *Cannabis sativa* a partir de la enseñanza del sistema nervioso, como un medio para propiciar la toma de decisiones asertivas frente al consumo.

Es de señalar que, teniendo en cuenta el currículo de ciencias, la enseñanza del sistema nervioso se da en los grados octavo y noveno, por lo que esta investigación



se desarrolló en tales grados. Los resultados fueron analizados de manera individual en cada una de las instituciones educativas a partir de su enfoque, metodología y objetivos.

Después, se realizaron categorías de análisis para evaluar los aprendizajes conceptuales, actitudinales y procedimentales de los estudiantes de las tres instituciones educativas y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los docentes en formación y en ejercicio, con el fin de evidenciar los aprendizajes obtenidos. Como producto del proyecto de investigación, se consolidó un material audiovisual que evidenció el proceso llevado a cabo en cada una de las instituciones educativas.

Enseguida se presentan en detalle cada uno de los procesos investigativos llevados a cabo en las tres instituciones educativas.



## CAPÍTULO II

# Selección y caracterización de las instituciones educativas y estudiantes partícipes del proyecto de investigación

Guillermo Fonseca<sup>1</sup>, Carmen Helena Moreno<sup>2</sup>, Dario Rojas<sup>3</sup>,  
Cenaida Fajardo<sup>4</sup>, Rocío Cortés<sup>5</sup>, Karime Fula<sup>6</sup>, Pamela Cabrera<sup>7</sup>  
y Rosa Gineth Bermúdez<sup>8</sup>

Este capítulo presenta los resultados obtenidos en los bucles uno y dos del proyecto de investigación. Inicia con la descripción sobre cómo aporta la consolidación del grupo de investigación al desarrollo de la propuesta; luego, ilustra los resultados obtenidos en el proceso de caracterización.

## El grupo de investigación y el desarrollo del proyecto

En el desarrollo de la investigación, el trabajo conjunto entre profesores en formación, en ejercicio y docentes de los grupos de investigación de la Universidad, se constituyó en un eje fundamental en razón a que el diseño de las propuestas didácticas se construyeron a partir de los aportes de cada grupo, así, los maestros en ejercicio que trabajan en la educación secundaria aportaron los conocimientos que han construido desde sus aprendizajes académicos y experienciales; los docentes en

- 1 Docente Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 2 Docente Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 3 Licenciado en Biología, Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 4 Docente de ciencias naturales y educación ambiental. Colegio Técnico Domingo Faustino Sarmiento IED.
- 5 Docente de ciencias naturales y educación ambiental. Colegio Villemar El Carmen IED.
- 6 Docente de ciencias naturales y educación ambiental. Colegio José Francisco Socarrás IED.
- 7 Licenciada en Biología, Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 8 Licenciada en Biología, Proyecto Curricular. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

formación aprenden de sus maestros en ejercicio y aportan desde los conocimientos que construyen en la Universidad, los docentes de la Universidad aportan desde los hallazgos de las investigaciones, tanto en el orden de la neurociencia asociada al consumo de *Cannabis sativa*, como los resultados en relación con procesos de enseñanza de las ciencias. De acuerdo con esto, el proyecto es el resultado de un trabajo en el que el aprendizaje es mutuo y, en consecuencia, los resultados se aplican en diversos niveles y escenarios.

El grupo de trabajo (de investigación) se constituyó de manera voluntaria. Los participantes respondieron a una convocatoria abierta dirigida a los maestros de la ciudad de Bogotá y a los estudiantes en formación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital. Con respecto a la invitación, los maestros manifestaron el interés de participar en el proyecto, en razón de la necesidad de aportar en la solución de los problemas de consumo de sustancias psicoactivas en sus instituciones, especialmente de *Cannabis sativa* al ser la sustancia psicoactiva de mayor consumo, tal y como se señala en los estudios de orden nacional e internacional; eso significa que el problema no es particular, sino que se constituye en un común denominador en las instituciones educativas que participaron en el proyecto. Este hecho es de gran relevancia, pues los maestros pudieron compartir los asuntos que les preocupan a partir de los hallazgos de las investigaciones en el campo de la neurociencia asociadas al consumo de *Cannabis sativa* y del desarrollo de propuestas innovadoras en la enseñanza de la biología, lo que permitió encontrar puntos en común para todos los participantes.

La consolidación del grupo académico se logró con la construcción conjunta de cuatro principios acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la biología asociada a la solución del problema del consumo de *Cannabis sativa* en las instituciones escolares. De este modo, desde la experiencia de los docentes en ejercicio de la educación secundaria, de los docentes en formación y de los docentes de la Universidad, se configuraron los siguientes principios orientadores de la enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso asociado a la comprensión y toma de decisiones acertadas de los estudiantes de educación secundaria.

### Principio de articulación entre los conocimientos escolares y la comprensión de los problemas socioambientales.

Los maestros en ejercicio, dada su experiencia en el trabajo con adolescentes, reconocen la importancia de construir propuestas didácticas que aporten a la toma de decisiones de los estudiantes relacionadas con los diversos problemas socioambientales; en este sentido, una de las profesoras pertenecientes al proyecto señaló:

La enseñanza y el aprendizaje de la biología pueden tener un muy buen argumento para tomar decisiones acerca de la acción que tiene el mismo estudiante y el mismo profesor dentro de nuestro planeta. Un ejemplo es hablando directamente de problemas,

como el calentamiento global, que si se asume desde el punto de vista del ser humano que está aprendiendo y enseñando biología, se pueden tomar determinaciones que pueden llegar a ser más acertadas que si no se estudiara; acertadas, en la medida de la conservación de la vida como parte fundamental. (R. Cortés, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

De acuerdo con lo anterior, la construcción de conocimiento biológico aporta a la formación de individuos críticos frente a temas importantes y de actualidad en la biología, además, a la solución de problemas relevantes de la sociedad y al desarrollo de conductas adecuadas y saludables, tanto desde el punto personal como social.

De este modo, los conceptos no solo deben realizarse desde la perspectiva de la formación científica para lograr llegar a cursos superiores, sino que se debe considerar el grado en el que los aprendizajes puedan contribuir a promover herramientas que les permitan a los estudiantes evaluar los beneficios personales y sociales derivados de determinados comportamientos, y con ello tener la bases para saber interpretar un buen número de acontecimientos que suceden fuera de las aulas.

En este sentido, se puede decir que el conocimiento conceptual de la biología tiene una gran incidencia en los ámbitos de interés social y conductual en la formación de los estudiantes, en la medida que las construcciones conceptuales orienten su actuación en la vida cotidiana. Caamaño (2005), Bannet (2000), Jiménez (2003) y Gagliardi (2008) señalan que la educación en ciencias contribuye a la transformación del propio contexto, mediante la participación en la solución de problemas; de esta manera, el estudiante, que a través de sus comprensiones acerca de lo vivo y de la vida, puede aportar en la configuración de una sociedad más equitativa y de protección del ambiente, se vincula de forma propositiva en su comunidad.

## Principio de construcción sistémica del conocimiento.

El grupo de docentes en ejercicio planteó la necesidad de diseñar propuestas didácticas que privilegiaran una perspectiva sistémica con las que los estudiantes logran comprender las múltiples interacciones que suceden al interior del organismo y de este con el medio. Con relación a esto, una profesora que hace parte del proyecto planteó:

La enseñanza de la biología, desde una formación integral, puede favorecer en el estudiante una visión holística y sistémica de la vida, aportando a la formación de las dimensiones biofísica, socioambiental, bioética, práctico-metódica y cognitiva. (C. Fajardo, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

El planteamiento anterior ubica a los maestros en un lugar en donde se trasciende una mirada fragmentada del organismo para comprenderlo como una totalidad. Así se supera una mirada simplificada, reduccionista y fragmentada del mundo, para construir una perspectiva en el orden de la complejidad. Respecto a la enseñanza del sistema nervioso, los docentes sustentaron que es esencial trabajarlo desde una visión sistémica, es decir, no desligarlo de su acción sobre otros sistemas, teniendo

en cuenta los principios físicos y químicos necesarios para su comprensión holística como un sistema; añadiendo que su enseñanza debe ser desde todos los niveles (atómico, celular, histológico, organísmico y ecosistémico). Por otro lado, los docentes reconocieron la importancia de trabajar el sistema nervioso desde su función, considerando que es el centro de regulación de las emociones y el comportamiento.

Finalmente, se evidenció que los docentes dan gran importancia a comprender las acciones que afectan el sistema nervioso, tales como el consumo de sustancias psicoactivas, como caféina, tabaco y marihuana; asimismo, conocer las consecuencias de dichos efectos y las enfermedades asociadas a este importante sistema, con el fin de entender cómo es el funcionamiento del cuerpo y tomar decisiones acertadas para la vida en cuanto a su integridad física, desde la reflexión crítica, como lo sustentó otra profesora:

En la enseñanza del sistema nervioso, es vital analizar su funcionamiento y estructura, pero, sobre todo, las acciones que lo deterioran, sus cuidados y las posibles enfermedades que pueda padecer propiciando en los educandos la toma de decisiones responsable y una cultura del autocuidado. (K. Fula, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

### Principio de construcción de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Por otro lado, se evidenció que los docentes en formación y docentes de secundaria, no solo reconocen la importancia de la construcción de conocimientos de orden conceptual, sino que —además— hablan de conocimientos actitudinales y procedimentales; actitudinales en la medida en que exponen la importancia de formar ciudadanos con un pensamiento crítico ante las dinámicas de la sociedad, como lo expresó una profesora:

Más que enseñar conceptos y términos complejos, es importante construir un conocimiento crítico en el estudiante, donde puedan reflexionar cuál es su papel como persona en una sociedad, capaces de comprender las problemáticas socio-ambientales que enfrentamos en el día a día y cómo desde su propia ética pueda tomar decisiones. (R. Cortés, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

Esto guarda concordancia con lo señalado por Cañal (2004), quien plantea que la enseñanza de la biología debe aportar a una aproximación progresiva a las actitudes científicas de los estudiantes, como la curiosidad y el interés por la resolución de problemas.

Cabe señalar que para el grupo de docentes investigadores, los conocimientos procedimentales deben favorecer al aprendizaje en relación con los procedimientos de comunicación, toma de decisiones personales y sociales, interacción cognitiva de la persona con la naturaleza y los procesos de elaboración y transformación de la información, como lo señaló otro profesor:

La enseñanza de la biología propicia el desarrollo de las competencias: argumentar, interpretar, explicar, proponer e investigar. (W. Barreto, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

Esto se articula con lo planteado por Cañal (2004), concerniente a los procedimientos de reconocimiento y formulación de problemas, hipótesis o explicaciones.

Por otra parte, el grupo de investigación propuso la construcción de unos conocimientos biológicos funcionales e integrados de orden conceptual, procedimental y actitudinal para lograr una comprensión de la aplicabilidad de estos conocimientos a los eventos del diario vivir, en este caso, la disminución del consumo de *Cannabis sativa* en las instituciones que hacen parte del proyecto.

En este aspecto, los docentes tienen diferentes posturas con respecto a los conceptos que creen relevantes enseñar en la clase de biología. Un primer grupo considera que los conceptos se deben organizar de acuerdo con los niveles de complejidad, partiendo preferiblemente de una visión microsistémica a una macrosistémica (aunque puede construirse en las dos vías), pasando por los niveles: atómico, celular, histológico, organizmico y ecosistémico, en los que la química y la física deben aportar los principios que permiten comprender el funcionamiento de un sistema. Del mismo modo, algunos docentes expresan que es indispensable la enseñanza de conceptos estructurantes, como la autopoiesis, ambiente y biodiversidad.

Otro grupo de docentes sustentó que, más allá del aprendizaje de conceptos, lo realmente significativo es tomar dichos conceptos para dinamizar la clase de biología contando con los intereses y necesidades de los estudiantes. Al respecto una profesora participante del proyecto aseveró:

Las temáticas son un recurso para poder desarrollar lo que debemos enseñar en ciencias, porque no es tanto que el chico repita conceptos, es que construya conceptos; y que construya formas de trabajo y formas de intervención; formas de reconocer y solucionar problemáticas. (S. Gómez, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que la comunidad académica concuerda en la importancia de enseñar conceptos estructurantes que aumenten su complejización a medida que los educandos incrementan de grado; no obstante, dichos conceptos no pueden estar desligados de las propias dinámicas, necesidades e intereses de los estudiantes y deben aportar a la solución de problemas propios de su cotidianidad, ya que, como exponen Castro y Valbuena (2007), la enseñanza de la biología debe propiciar el aprendizaje de conceptos estructurantes, como organización, sistemas, biosistemas, ambiente, transformación, diversidad, clasificación y sistematización, con los que el estudiante hace una construcción holística y sistémica de la ciencia y privilegia la enseñanza de la biología en la perspectiva de la comprensión y solución de problemas sociales. En relación con esto, Jiménez y Sanmartí (1997) plantean como finalidades de la enseñanza de las ciencias, el aprendizaje

de conceptos, la construcción de modelos, el desarrollo de destrezas cognitivas y el razonamiento científico, el desarrollo de destrezas experimentales, la resolución de problemas y el desarrollo de actitudes y valores. De igual manera, Fonseca y Moreno (2015) proponen la necesidad que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la biología aporten al desarrollo de actitudes frente al cuidado de la vida y al desarrollo de procedimientos propios en la construcción de conocimiento biológico.

### Principio de contextualización y de investigación escolar, como ejes del diseño de la propuesta didáctica.

Con respecto al diseño de las propuestas didácticas, los docentes reconocieron que las estrategias no pueden ser estáticas, sino que, por el contrario, se deben acoplar y diseñar teniendo en cuenta los estudiantes, el tiempo, la temática y la institución en la que se va a desarrollar. Por lo que es esencial caracterizar las concepciones de los estudiantes; además, sus factores sociodemográficos y socioculturales, con el propósito de diseñar estrategias llamativas que respondan a las necesidades propias de los educandos, como lo expone otra docente:

Tú puedes irte por la investigación-participación ¿sí? Por la enseñanza para la comprensión, por la metodología conceptual o por el constructivismo, por cualquiera de estas metodologías o enfoques pedagógicos que puedes utilizar. Pero antes de eso, tú tienes que aprender a conocer a los niños, aprender a conocer cuáles son sus gustos, qué es lo que quieren ellos y a partir de todas esas necesidades o de esos gustos, desde tu mirada profesional, poder planear unas unidades que despierten el interés y la curiosidad por el conocimiento. (S. Sanabria, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

Sin embargo, los docentes reconocen que existen ciertos aspectos importantes que se deben considerar a la hora de planear una clase, como relacionar las temáticas con el contexto de los estudiantes y realizar actividades experimentales, como los laboratorios; tal y como lo expuso otra docente:

A los estudiantes les cautiva mucho los procesos experimentales como los laboratorios; sin embargo, se debe buscar que estos no sean réplicas de algo que ya esté hecho, y que tengan que seguir un proceso, sino que también se le den los espacios en el laboratorio para que ellos creen, para que ellos innoven, utilicen su creatividad y desarrollen otras habilidades. (S. Gómez, entrevista personal, 9 de mayo, 2014)

Del mismo modo, los docentes expusieron la importancia de promover los trabajos en campo y la adecuación de espacios naturales para el desarrollo de las clases, cuestionar constantemente los saberes construidos por los educandos, propiciar la resolución de problemas, la indagación, la elaboración de alternativas de solución, hacer una aproximación a la lectura científica en la que se describan procesos, avances y conocimiento de este tipo, fomentar el trabajo en grupo, procurar la construcción del conocimiento a partir del uso de estructuras conceptuales, además de propiciar el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), lo que



concuera con lo planteado por Acosta y García (2012), quienes señalan que el docente de biología, en su rol de mediador, debe diseñar estrategias de enseñanza para promover en los estudiantes el desarrollo de un aprendizaje significativo e integral que aporte a su quehacer desde procesos que vinculen actividades de investigación; esto es, que el estudiante, con una pregunta-problema, desarrolle aprendizajes de orden conceptual, procedimental y actitudinal, en los que el propio proceso de construcción les permita tomar decisiones acertadas relacionadas con el consumo de *Cannabis sativa*, en el marco de esta investigación.

En relación con el proyecto de investigación, que pretende integrar la enseñanza y el aprendizaje del sistema nervioso con los efectos del consumo de marihuana, los maestros comprenden que esta problemática se constituye en el contexto del aprendizaje, sobre el cual, desde una perspectiva de investigación, los estudiantes acceden al desarrollo de aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales, y aportan en la configuración de un pensamiento crítico que les permite tomar decisiones argumentadas sobre las implicaciones del consumo de marihuana en diversos ordenes: biológicos, psicológicos y sociales.

## Caracterización

Teniendo en cuenta el principio de educación contextualizada que surgió durante la fase de consolidación de la comunidad académica, es de vital importancia realizar una fase de caracterización de los estudiantes e instituciones educativas, para que —a partir de ello— se diseñen las propuestas educativas en cada una de las instituciones partícipes del proyecto; por esta razón, a continuación se presentan los resultados de la caracterización sociodemográfica e institucional de los factores de riesgo asociados al consumo de SPA.

### Caracterización sociodemográfica.

En la caracterización sociodemográfica se aplicó un instrumento de 29 preguntas, y se hizo énfasis en las preguntas relacionadas con la edad de los estudiantes, estrato socioeconómico, planes a futuro, actividades que realizan en su tiempo libre, importancia de la biología en su vida. Con relación a esto, enseguida se describen cada uno de los resultados obtenidos en los aspectos mencionados.

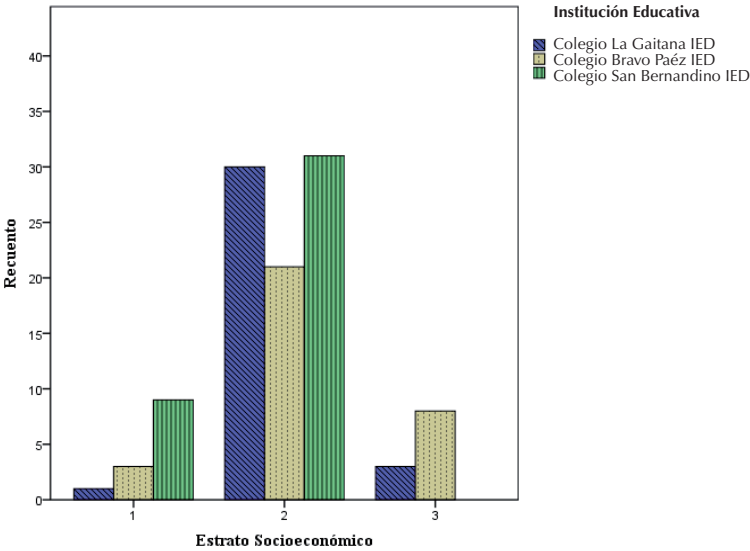
#### *Estrato socioeconómico.*

Al analizar el estrato socioeconómico de los educandos de las tres instituciones educativas partícipes del proyecto de investigación, se encontró que en las tres instituciones predominó el estrato 2. La mayor proporción de estudiantes de estrato 1 se encuentra en el colegio San Bernardino de la localidad de Bosa, a la vez se detectó que no hay estudiantes de estrato 3; esto, a diferencia del colegio Bravo Páez, que

posee menor porcentaje de estudiantes de estrato 1, y mayor porcentaje de estrato 3. El colegio La Gaitana se ubicó en medio de las tres instituciones educativas.

Este análisis fue de vital importancia, ya que proporcionó información de los recursos físicos que tienen estudiantes e instituciones para el desarrollo de las propuestas educativas, permitiendo, así, el diseño de actividades llamativas que no requirieran gastos económicos significativos (figura 1).

Figura 1. Estrato socioeconómico

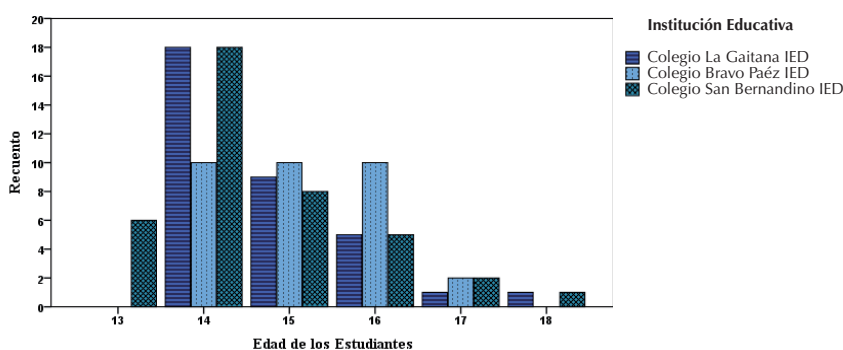


Fuente: elaboración propia

### *Edad de los estudiantes.*

Se denotó que las edades de los estudiantes partícipes del proyecto de investigación oscilan entre los 13 y 18 años. La media es de 14 años para todos los colegios. Al respecto, Piaget (1991) argumenta que en dicha edad se da un marcado interés por la sexualidad. Los pensamientos y sentimientos tienen gran relevancia en los sujetos; se genera un cambio gradual en la etapa de operaciones formales y surge un pensamiento abstracto, que se vuelve más científico en cuanto el sujeto desarrolla la capacidad para generar y probar todas las combinaciones lógicas pertinentes de un problema. Los individuos dan mayor importancia a sus relaciones interpersonales, desarrollando, asimismo, autonomía, independencia familiar y resistencia a la autoridad. En ese orden de ideas, identificar la edad de los estudiantes aportó en la elección de los enfoques didácticos y a las actividades que se diseñaron e implementaron (figura 2).

Figura 2. Edad de los estudiantes



Fuente: elaboración propia

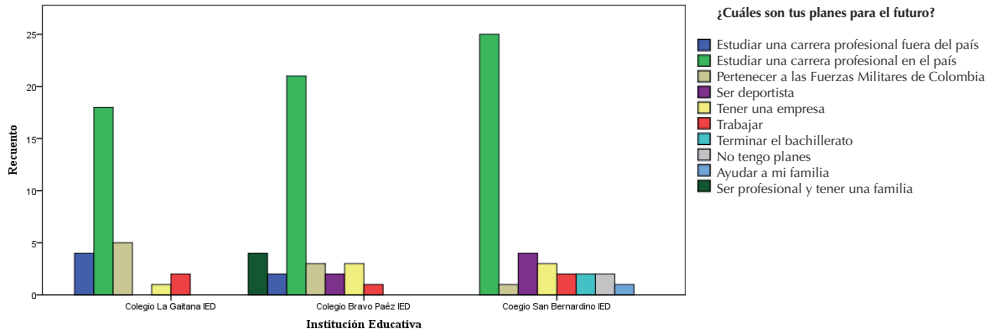
### *Planes a futuro de los estudiantes.*

Al solicitarles a los estudiantes que respondieran acerca de los planes que tenían a futuro, la mayoría coincidió en querer estudiar una carrera profesional en el país, seguido de pertenecer a las Fuerzas Armadas de Colombia, ser deportista, ser independiente o tener una empresa, trabajar, terminar el bachillerato. Algunos manifestaron no tener planes. En los estudiantes del colegio La Gaitana, se notó interés por acceder a estudios superiores en el extranjero. El colegio Bravo Páez fue la única institución cuyos estudiantes reportaron interés por tener una familia. Por otro lado, solo en el colegio San Bernardino, los educandos manifestaron, entre sus planes, ayudar a la familia, lo cual se puede explicar por sus limitados recursos económicos. Cabe señalar que, entre las profesiones más nombradas, se encontraron las ingenierías, seguidas de profesiones asociadas a ciencias de la salud y, por último, ciencias humanas o sociales. Este cuestionamiento se realizó para identificar las capacidades, habilidades y potencialidades de los estudiantes, además de sus intereses futuros, a fin de que las propuestas didácticas recogieran dichos resultados y de esta manera fueran significativas y atractivas para ellos (figura 3).

- **Actividades que los estudiantes realizan en el tiempo libre.** Esta pregunta se formuló con el fin de identificar cuáles son los hábitos de los estudiantes, para, posteriormente, ligarlos al proceso de enseñanza y aprendizaje que se implementará en la institución educativa; también, tuvo como propósito identificar actividades atractivas para ellos, que les permita ocupar su tiempo libre y evitar el consumo de SPA. En este sentido, al solicitarles que respondieran sobre las actividades que realizan en su tiempo libre, la mayoría respondió que practicaba un deporte, seguido de escuchar música, ver televisión y leer. En el colegio Bravo Páez hubo un gran porcentaje de estudiantes que argumentaron que en su tiempo libre les gustaba estar con sus amigos. Dichos resultados demuestran que

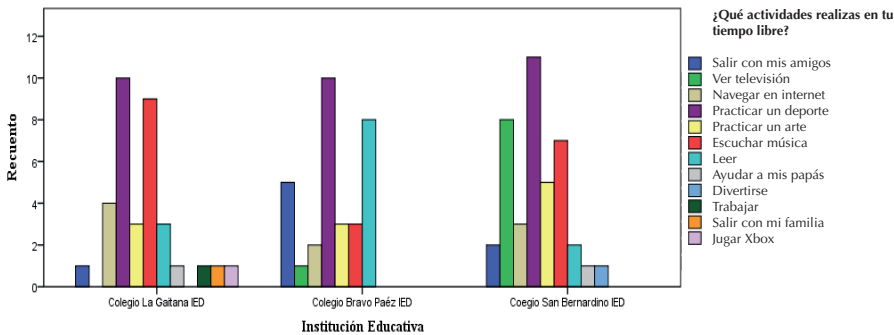
implementar programas en jornadas alternas con actividades atractivas, como el desarrollo de un deporte o arte, aportará en la ocupación del tiempo libre de los estudiantes y evitará el consumo de SPA (figura 4).

Figura 3. Planes para el futuro



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Actividades en el tiempo libre



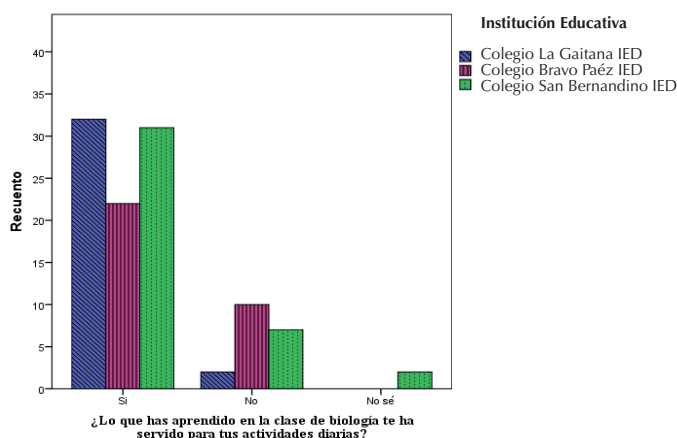
Fuente: elaboración propia

- **Importancia de la biología en la vida de los estudiantes.** Finalmente, al indagar por la relevancia de la biología en la vida de los estudiantes, estos argumentaron que dicha área sí es importante porque les enseñaba aspectos sobre el cuidado y funcionamiento de su cuerpo y del medioambiente; cómo tener una vida saludable por medio del ejercicio, cómo evitar enfermedades, cómo comer saludablemente, cómo está conformado el cuerpo y para qué sirven cada una de sus partes, cuál es la relación entre los productos farmacéuticos y la tabla periódica; del mismo modo, argumentaron que también les sirve para entender a qué se deben los dolores o por qué las plantas son importantes; y, les permite aprender

sobre reproducción sexual. Al respecto un estudiante respondió: «La biología me sirve mucho porque la cotidianidad se entiende por medio de la biología». Estos resultados demuestran el interés de ellos por una enseñanza y aprendizaje de la biología contextualizada, que les aporte a mejorar sus prácticas cotidianas y, con ello, puedan tener una mejor calidad de vida (figura 5).

De acuerdo con lo anterior, la caracterización sociodemográfica fue de gran importancia para el proyecto de investigación, ya que, por medio del reconocimiento de los estudiantes, su entorno inmediato y sus preferencias, fue posible diseñar actividades llamativas que, enmarcadas en el contexto propio de los individuos, aportarán a su formación y toma de decisiones acertadas acerca del consumo de SPA.

Figura 5. ¿Lo que has aprendido en la clase de biología te ha servido para tus actividades diarias?



Fuente: elaboración propia

### Caracterización institucional.

Una vez se caracterizaron los estudiantes, se procedió a caracterizar a las instituciones educativas participantes del proyecto de investigación; para ello, se aplicó un instrumento de nueve preguntas que indagaban sobre aspectos relacionados con el Proyecto Educativo Institucional (PEI), currículo, enfoque pedagógico y enseñanza de las ciencias, además de la problemática del consumo de SPA en las instituciones educativas. Dicho instrumento fue diligenciado por los rectores y coordinadores de cada colegio. Para el análisis de esta caracterización, se tomaron como eje cinco preguntas que respondían a cada uno de los aspectos del instrumento diseñado. A continuación se presentan los principales resultados obtenidos durante este proceso.

Al solicitarles a los rectores y docentes que contestaran aspectos del modelo pedagógico de la institución y cómo este responde al desarrollo integral de los estudiantes y a los requerimientos de la sociedad. Con respecto a la enseñanza para la comprensión, en el colegio La Gaitana un docente contestó:

Este responde al desarrollo integral de los estudiantes y a los requerimientos de la sociedad, ya que permite identificar tópicos o temas generativos y organizar propuestas curriculares alrededor de ellas. (M. Tarquino, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

En el colegio San Bernardino:

Aunque nominalmente está establecido el modelo de enseñanza para la comprensión, este no se desarrolla de manera activa en las clases, por lo tanto, su impacto no se puede determinar o es nulo. (W. Jiménez, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

Finalmente, el colegio Bravo Pérez:

El modelo pedagógico es social-cognitivo y responde al desarrollo social, en la medida que se pretende formar seres más humanos y críticos, que aporten al mejoramiento social de acuerdo con lo establecido en la misión y visión del colegio. (A. León, entrevista personal, 10 de abril, 2014).

Dichos resultados aportaron a la selección del enfoque didáctico de cada una de las instituciones educativas, que fue el mismo reportado en el instrumento, en razón a consolidar un proyecto que tuviera continuidad en la institución educativa a lo largo del tiempo.

El siguiente cuestionamiento se sustentó en las propuestas curriculares que se han desarrollado en la institución para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y vinculó los problemas sociales a los ejes del desarrollo curricular. Con relación a esta pregunta, en el colegio La Gaitana respondieron:

Por medio del PRAE se vinculan algunos problemas sociales que se generan alrededor del tema del ambiente como eje principal. Por otra parte, se trabaja con una asignatura específica del área que se llama bioprocesos donde se relacionan constantemente temáticas que invitan a la reflexión en torno al estudio de las ciencias naturales. (W. Barreto, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

En cuanto al colegio Bravo Pérez:

Como propuesta curricular, se ha establecido el proyecto de renovación curricular por ciclos y la reestructuración de la malla curricular, desde preescolar hasta undécimo, haciendo énfasis en programas transversales, como la utilización del tiempo libre, proyecto de convivencia escolar y derechos humanos, y el proyecto HERMES<sup>9</sup> de la Cámara de Comercio de Bogotá. (S. Sanabria, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

---

9 Propuesta pedagógica del Centro de Arbitraje y Conciliación de la Cámara de Comercio de Bogotá para contribuir a la formación de la construcción de una cultura sin violencia (véase: Cámara de Comercio de Bogotá (2020). *¿Qué es el programa de convivencia escolar HERMES?* Recuperado de <https://www.centroarbitrajeconciliacion.com/Servicios/Convivencia-estudiantil/Que-es-el-programa-de-convivencia-escolar-HERMES>)

Finalmente, el colegio San Bernardino:

La huerta comunitaria que inició en ciclo 1 y que ahora está tomando fuerza en todos los otros ciclos. (S. Gómez, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

Estos resultados mostraron que, a pesar de que existen propuestas innovadoras en las instituciones educativas, no se han vinculado al propio contexto ni a las problemáticas de los estudiantes, por lo que el proyecto de investigación se constituye en un estudio piloto en cada una de las instituciones educativas, en el que a partir de su desarrollo y resultados, se darán herramientas para seguir propiciando este tipo de propuestas educativas.

Por otro lado, al indagar acerca de la problemática del consumo de sustancias psicoactivas en la institución, en el colegio La Gaitana respondieron:

Efectivamente, el consumo de sustancias psicoactivas es un ámbito del que el colegio La Gaitana IED no es ajeno, debido, en muchos casos, al abandono del que son objeto los estudiantes en sus hogares, lo cual propicia que se relacionen directamente desde su entorno con personas consumidoras o distribuidoras lo que los convierte en muchos casos en sus «sucesores». (W. Barreto, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

Por otra parte, el colegio Bravo Páez:

Sí, en algunas ocasiones se detecta consumo, en especial en los baños del colegio. Un problema generalizado es el tráfico y consumo a los alrededores del colegio, sobre todo en las horas de ingreso y salida del colegio. Últimamente se ha detectado consumo en los primeros grados de bachillerato, sobre todo por personal femenino. (S. Sanabria, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

Finalmente, el colegio San Bernardino:

Sí. Tenemos la gama de consumo (si se puede decir así) desde los que la han probado hasta los consumidores constantes. (S. Gómez, entrevista personal, 10 de abril, 2014)

Del mismo modo, al preguntar si en el currículo hay algún programa orientado a la prevención del consumo de sustancias psicoactivas y en qué se basa, en el colegio La Gaitana manifestaron no contar con tales programas. Por su parte, en el colegio San Bernardino se reportó que, pese a que no se han establecido programas concretos en las mallas curriculares, de manera extracurricular se ha tenido apoyo de instituciones que trabajan en orientación del consumidor y terapias psicológicas. Contrario a lo que sucede en el colegio Bravo Páez, en donde sí existen; estos se desarrollan durante la clase y se basan en la prevención y orientación, con ayuda de talleres y conferencias que han sido impartidos por diferentes instituciones y hospitales de apoyo.

En cuanto a los programas de intervención para atenuar el consumo de sustancias psicoactivas en la institución y los resultados obtenidos, en el colegio La Gaitana expresaron que, aunque se han realizado algunas charlas informativas con ayuda

del hospital de Suba, no se han visto resultados al respecto. Por su parte en el colegio San Bernardino, pese a que han tenido intervención del hospital Pablo VI, la oferta del entorno y el estado solitario de los muchachos hace que los esfuerzos sean infructuosos. En lo que respecta al colegio Bravo Pérez, han recibido apoyo de los Hospitales Santa Clara y Rafael Uribe Uribe, y obtenido resultados favorables, dado que ha rescatado más del 50 % de los actores.

Lo anterior evidencia la necesidad de generar propuestas desde la escuela que conlleven al entendimiento de los efectos del consumo de SPA en el organismo, dándoles a los estudiantes herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales que los lleven a tomar decisiones más asertivas y consientes frente al consumo.

### *Caracterización de factores de riesgo asociados al consumo de SPA.*

Los factores de riesgo a los que están continuamente sometidos los estudiantes de los colegios que participaron en el proyecto fueron evaluados mediante el test de Factores Interpersonales de riesgo para el consumo de drogas en adolescentes (FRIDA). Los siguientes son los resultados obtenidos.

- **Caracterización cuantitativa.** A nivel descriptivo se encontró que la media global ubicó en los factores de riesgo FRIDA a todos los participantes en moderado bajo, para grupos de amigos, acceso a drogas, riesgo familiar, educación familiar en drogas; y como moderado alto, para reacción de la familia ante el consumo, actividades protectoras y estilo educativo e índice de vulnerabilidad global (tabla 1)<sup>10</sup>.

En la tabla 2 se exponen los resultados por colegio para cada factor FRIDA, en general los puntajes siguen la misma distribución de la media global para todos los participantes.

Se realizó una prueba T para muestras independientes con el fin de analizar las diferencias de género en cada uno de los factores FRIDA e índice de vulnerabilidad global (tabla 3). Se encontró que las mujeres tenían una media significativamente más alta en actividades protectoras ( $M= 12.31$ ) con un riesgo moderado alto, es decir, las actividades y relaciones intrafamiliares, *hobbies* individuales y percepción frente al estudio que se dan moderadamente.

Otra diferencia significativa, con una media más alta para las mujeres, fue educación familiar en droga ( $M= 7.77$ ) con un riesgo moderado bajo, que indica que las mujeres perciben que las normas de prohibición y las consecuencias del uso de SPA no son tan frecuentes en la familia. También se detectó una tendencia a media más alta para las mujeres en riesgo familiar ( $M= 7.59$ ) con un riesgo moderado bajo, esto sugiere que probablemente se estén presentando relaciones que pueden ser perjudiciales para las mujeres en el ámbito familiar. El resto de factores no muestra diferencias significativas para género.

.....  
<sup>10</sup> Las tablas del capítulo II se pueden encontrar al final de este.



Lo anterior indica la importancia de trabajar a nivel familiar en la generación de actividades y hábitos saludables y protectores, educación a padres o cuidadores principales sobre los riesgos, efectos y problemas que tiene el consumo de SPA en adolescentes; también sugiere enfocarse en mejorar la calidad de relaciones intrafamiliares para las mujeres.

Para analizar la relación entre colegios y los factores e índice de vulnerabilidad global de FRIDA, se realizó ANOVA unidireccional y se encontró una diferencia significativa ( $p=0.033^*$ ) para riesgo familiar entre los colegios Bravo Páez ( $M=8.66$ ), con un riesgo moderado bajo; y el colegio San Bernardino ( $M=5.79$ ), con un riesgo también moderado bajo (tabla 4). Por otro lado, llama la atención que no se encontraron diferencias significativas en ningún otro aspecto, mostrando que independientemente de la localidad, los participantes tuvieron puntajes similares.

En cuanto a la relación entre la edad y los factores e índice de vulnerabilidad global de FRIDA, se dividió en dos grupos a la población por la mediana (14 años), así: menores de 14 años de edad y mayores o iguales a 14 años de edad. Se realizó la Prueba T para muestras independientes y se encontró una diferencia muy significativa ( $p=0.000^{***}$ ) para grupos de amigos o iguales; esto sugiere que la exposición a consumo de SPA en los pares parece aumentar con la edad y, por lo tanto, incrementa el riesgo individual (tabla 5). Adicionalmente se encuentran dos tendencias: la primera, en el factor reacción de la familia frente al consumo ( $p=0.093^-$ ), es decir, a medida que en los adolescentes crece su percepción, la familia tiene una reacción de menor disgusto frente al consumo de SPA. La segunda tendencia es en el índice de vulnerabilidad global ( $p=0.070^-$ ), que, en general, muestra que el factor de riesgo tiende a ser mayor con la edad (tabla 5), por lo que una intervención en la prevención de consumo de SPA es sumamente oportuna en la adolescencia temprana.

Para analizar el rendimiento académico y los factores e índice de vulnerabilidad global de FRIDA, se realizó ANOVA unidireccional, y se encontraron dos diferencias significativas y dos tendencias entre los alumnos con un desempeño académico sobresaliente y aquellos que han sido suspendidos (tabla 6). Se detectó una diferencia significativa en el factor grupo de amigos o iguales ( $P=0.005^{**}$ ), que mostró que los estudiantes sobresalientes ( $M=8.03$ ) tienen un riesgo moderado bajo; mientras que los estudiantes suspendidos ( $M=11.57$ ) tienen un riesgo moderado alto. Otra diferencia significativa se encontró en el índice de vulnerabilidad global, aquí los estudiantes sobresalientes ( $M=9.32$ ) presentaron un riesgo moderado bajo, mientras que los estudiantes suspendidos ( $M=12.54$ ) un riesgo moderado alto. Esto muestra una vulnerabilidad general significativamente mayor en estudiantes suspendidos. Adicionalmente, se hallaron dos tendencias en la reacción de la familia ante el consumo y estilo educativo, por lo que se infirió, en ambos casos, que los estudiantes sobresalientes ( $M=10.03$  y  $M=8.45$  respectivamente) tienen un riesgo moderado bajo, entre tanto, los que están suspendidos ( $M=13.03$  y  $M=12.54$  respectivamente) tienen un

riesgo alto y moderado alto. Esto se podría interpretar como una tendencia a menor percepción de disgusto de familiares ante el consumo de SPA y una tendencia a menor exigencia en cumplimiento de normas familiares para estudiantes con bajo desempeño académico. Se sugirió desarrollar programas de prevención en consumo de SPA en población con bajo desempeño académico.

Para analizar si la familia y los factores y el índice global de vulnerabilidad del test FRIDA se relacionaban, se realizó ANOVA unidireccional y se halló una diferencia significativa en el factor de riesgo familiar ( $p=0.017^*$ ). Los resultados indican que los hogares nucleares presentan un riesgo moderado bajo ( $M=8.05$ ), mientras que las familias monoparentales (en las que está presente la madre o el padre únicamente) tienen un riesgo bajo ( $M=5.26$ ), es decir, que en las familias nucleares puede estar presentándose algunos de los siguientes problemas: maltrato, consumo de droga en familiares o conflicto familiar, lo cual debe tenerse en cuenta en una intervención que busca minimizar el riesgo de consumo de SPA, pues el manejo inadecuado de estos problemas intrafamiliares puede contribuir a incrementar las probabilidades de consumo de SPA en los adolescentes. Por otro lado, para los demás tipos de familia reportados no se presentaron diferencias significativas, tendencias ni otras interacciones significativas (tabla 7).

Para analizar cuáles de estos factores son los que más contribuyen a explicar el índice de vulnerabilidad global en esta población, se realizó una regresión lineal con la que se pudo confirmar que los siete factores explican de forma significativa ( $p=0.000^{***}$ ) dicho índice (tabla 8). Los tres factores que mejor explican el riesgo, son actividades protectoras, reacción de la familia ante el consumo y grupo de amigos o iguales, respectivamente. En actividades protectoras, el riesgo global fue moderado alto ( $M=11.37$ ), es decir, hay una escasa existencia de actividades saludables.

En reacción de la familia ante el consumo ( $M=11.96$ ), el riesgo global fue moderado alto, lo anterior indica que la baja percepción de disgusto por parte de la familia ante el consumo de SPA está contribuyendo al riesgo de los adolescentes. Finalmente, el grupo de amigos o iguales tuvo un riesgo moderado bajo ( $M=9.79$ ), lo que indica que los participantes pueden ya tener algunos amigos consumidores, actitudes positivas frente a las drogas, y que con alguna frecuencia están realizando actividades de riesgo con ellos. Lo anterior contribuye a entender la relación entre los diferentes riesgos y cómo pueden orientarse intervenciones preventivas a nivel individual, familiar y social.

Según Marschall, Castellanos, Vitaro y Séguin (2014) existen diferentes factores que influyen en el consumo de SPA; entre ellos, los familiares y parentales, la pubertad, vulnerabilidad genética, popularidad, ansiedad, el contexto en el que se desenvuelven, los rasgos de personalidad y otras características individuales. Teniendo en cuenta que los pares son parte importante en la socialización durante la adolescen-

cia, las conductas de estos tienden a influir en el desarrollo social del joven (Dorius, Bahr, Hoffman y Lovelady, 2004).

Según los resultados obtenidos del modelo de regresión lineal, podría sugerirse la importancia de trabajar a nivel familiar, social e individual, ya que la reacción de la familia, frente al consumo, grupo de amigos o iguales, fue significativa en edad y estudiantes de bajo desempeño académico. Las actividades protectoras también fueron significativas en mujeres, por lo que estos fueron los riesgos que más explican el índice global de vulnerabilidad. Los resultados de este estudio muestran un índice global de vulnerabilidad de FRIDA en la escala moderado-alto y moderado-bajo para todos los colegios en todas las localidades; esto, por un lado, muestra que los estudiantes sí tienen un riesgo latente que podría contribuir al consumo de SPA, pero existe una variación significativa entre localidades (a excepción del riesgo familiar).

A nivel familiar se encuentra que los factores de riesgo familiar y reacción de la familia puntuaron significativamente o con tendencia en varios de los análisis, por consiguiente, se puede deducir la importancia de trabajar desde el colegio con las familias. La investigación de Cabra (2012), que analiza la base de datos de victimización escolar de la Secretaría de Gobierno de Bogotá del año 2006, encontró —por ejemplo— que la probabilidad de consumo aumenta en un estudiante si este ha sido víctimas de amenazas en la familia (25 %), víctima de insultos (18.4 %), víctima de violencia física (24 %) y también hay diferencias para aquellos que reportan tener un ambiente familiar poco afectivo.

En este estudio, las mujeres del colegio Bravo Pérez y las familias nucleares presentan un mayor riesgo a nivel familiar.

De otra parte, es sumamente pertinente la intervención en adolescentes tempranos, pues la edad de 14 años presenta un giro en los niveles de riesgo que tiende a aumentar, según lo que arrojó el índice de vulnerabilidad global. El factor grupos de amigos o iguales fue significativo en estudiantes mayores de 14 años y en aquellos que presentaban bajo desempeño académico. Cabra (2012) también encontró que en Bogotá «[...] los jóvenes entre los 17-23 años tienen una mayor probabilidad de consumo (casi cinco veces más alta) de consumir droga que los jóvenes entre los 7-14 años» (p. 31). Por otro lado, Larrosa y Rodríguez-Arias (2010) hallaron que los adolescentes mayores presentan más factores de riesgo y menos de protección que los menores, y que los pares también son significativos en adolescentes mayores. Así que, aun cuando los adolescentes de 14 años puedan no estar en alto riesgo de consumo, un programa orientado a la prevención en esta edad, o inclusive en menores, sería de gran utilidad para aumentar la percepción del riesgo y contribuir a minimizar el riesgo de consumo.

En este estudio los estudiantes con bajo rendimiento académico puntuaron significativamente con mayor riesgo en el índice de vulnerabilidad global y en el factor de grupo de amigos o iguales. Esta vulnerabilidad debería investigarse más a fondo, puesto que la

influencia de pares parece ser crítica en el consumo, de acuerdo con Cabra (2012), la probabilidad de consumo de SPA aumenta significativamente cuando los adolescentes tienen muchos amigos que consumen drogas; además, la probabilidad de consumo es 1.8 puntos porcentuales mayor en estudiantes de bajo desempeño académico en comparación con los que tienen alto desempeño. Cabra (2012) también encontró que uno de los factores más importantes que contribuyen a explicar el riesgo de consumo de SPA es la pertenencia a pandillas. Halló —por ejemplo— que haber pertenecido a pandillas aumenta la probabilidad de consumo en 4.7 puntos porcentuales, pertenecer a pandillas en un 1.3 puntos porcentuales y tener un familiar que pertenezca a pandillas aumenta el riesgo en 4.9 puntos porcentuales. En esta investigación, debido a que la prueba FRIDA no indaga a profundidad sobre los pares y la relación que pueda tener con el consumo, este será un aspecto muy importante por profundizar en futuros estudios. Lo que sí se puede concluir es la relevancia que tiene la intervención preventiva sobre el consumo de SPA en la adolescencia temprana; adicionalmente, si los amigos tienden a consumir más con la edad, una intervención orientada en habilidades sociales será conveniente para afianzar la toma de decisiones en los adolescentes.

A nivel individual la prueba FRIDA contempla las actividades protectoras que se entienden como hábitos saludables, *hobbies* y actividades en familia. Esta variable puntuó significativamente más alta en mujeres y en el modelo de regresión lineal, lo que sugiere que sí es indispensable el fomento de estas actividades a nivel individual. El uso del tiempo libre es clave. Los colegios pueden proponer actividades extracurriculares para ayudar a enfocar el uso de este tiempo. Sin embargo, en los aspectos individuales, una de las limitaciones del estudio fue la ausencia de otro tipo de variables que han mostrado ser significativas, como la autoestima o ser víctima de rechazo (Cabra, 2010); del mismo modo, el riesgo percibido, la edad de inicio y las actitudes favorables al consumo (Larrosa y Rodríguez-Arias, 2010). Así, una futura investigación sobre estos aspectos permitirá una aproximación más clara y personalizada para los colegios. En este sentido, Piontek, Kraus, Bjarnason, Demetrovics y Ramstedt (2015) realizaron un estudio multinivel en 32 países europeos para analizar la percepción relativa al uso de *Cannabis sativa*; en este se encontró que la percepción de disponibilidad, la percepción del daño y el número de pares que usan cannabis fueron los efectos individuales más fuertes y persistentes. A nivel país, la concepción de consumo de pares y la población prevalente fueron predictores significativos.

Por último, entre las limitaciones del estudio, se encontró que la prueba FRIDA no está estandarizada aún para Colombia, por lo que la significancia estadística de muestra no se puede extrapolar con confiabilidad a la ciudad o el país, pero sí permite entender mejor los riesgos presentes en estos tres colegios públicos del Distrito Capital.

Adicionalmente, como ya se ha mencionado, la exclusión de variables individuales y aquellas que faciliten detectar la existencia y nivel de consumo de SPA en el pasado, permitirá hacer un análisis más exacto de los riesgos presentes. No obstante, con la investigación cualitativa se entenderán mejor las particularidades de esta población.

En este orden de ideas, es preciso señalar que esta caracterización de la población facilita la aproximación de los maestros a sus estudiantes, también permite a los colegios orientar sus programas de prevención y entender mejor los riesgos de los adolescentes bogotanos.

### *Caracterización cualitativa.*

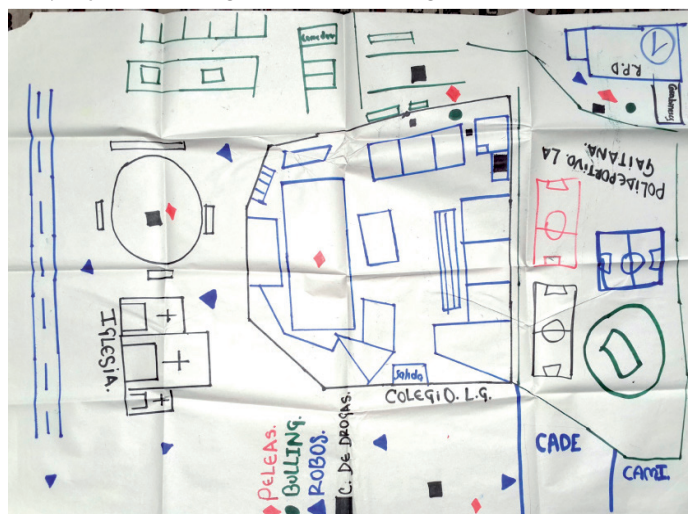
La caracterización cualitativa se realizó por medio de cartografía social, ya que como argumenta Piza (2009), la cartografía social es un método de investigación cualitativo, participativo y grupal que se hace a través de un reconocimiento del territorio, y con el que se elaboran mapas para conocer los recursos físicos y las actividades humanas, de manera colectiva esta construcción transforma al espacio, haciéndolo dinámico y cambiante. Vélez, Rátiva y Varela (2012) sostienen que la cartografía social «invita a la reflexión, organización y acción alrededor de un espacio físico y social específico» (p. 62); además, la riqueza de estos mapas consiste en «[...] reflejar las visiones y dinámicas de una comunidad en un espacio dado» (p. 68). Esta es la posición que toma el participante en la cartografía social, pues como sostiene Piza (2009), «[...] todos tenemos un saber por compartir y por aportar, en los procesos de construcción social de conocimiento en torno a las realidades socio-culturales y, por lo tanto, en los procesos de planeación del desarrollo humano y territorial» (p. 53). Por otro lado, Vélez *et al.* (2012) plantean que el espacio «[...] es impensable sin el tiempo y que, por lo tanto, el territorio debe analizarse como una dinámica compleja histórica y geográfica» (p. 63). Los participantes elaboran esta realidad, es su presente y la plasman en sus mapas.

Desde otra perspectiva, se utilizaron las redes temáticas como instrumento para el análisis del lenguaje, considerando los planteamientos de Attride-Stirling (2001), quien propone las «redes temáticas» como una metodología para el análisis del lenguaje en la investigación cualitativa, estas redes resumen los temas principales de un texto. Existen tres niveles: temas básicos, es decir, aquellas premisas de ‘bajo orden’ evidentes en el texto. Lo que está explícito. Luego, los temas organizativos, que agrupan las afirmaciones en categorías básicas que resumen principios más abstractos; finalmente, los temas globales superordinados que encapsulan las metáforas principales del texto. Este procedimiento permite estructurar y representar las creencias o supuestos que yacen en las afirmaciones, aunque «[...] no apunta o pretende

descubrir el principio de los argumentos o el final de las racionalizaciones; simplemente provee una técnica para descomponer el texto, y encontrar dentro del mismo las racionalizaciones explícitas y sus significados implícitos» (Attride-Stirling, 2001, p. 388). En esta investigación se cree que con esta herramienta se comprenderá mejor la percepción de los participantes frente a las problemáticas de su contexto y se podrán diseñar intervenciones que trabajen con las creencias y racionalizaciones de ellos, construyendo —de esa manera— una alternativa en la realidad de los estudiantes.

## Cartografía social del colegio La Gaitana IED

Figura 6. Ejemplo 1 de cartografía social del colegio La Gaitana, localidad de Suba

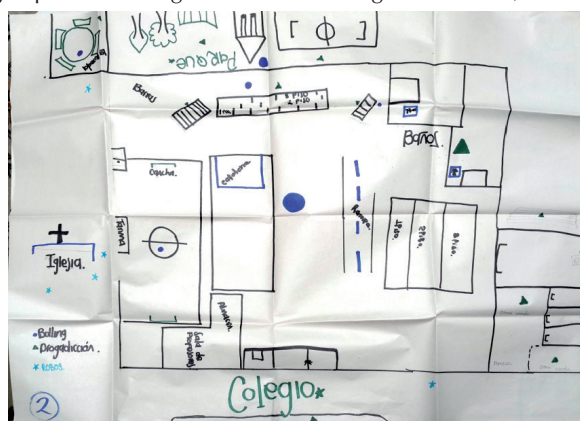


**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio La Gaitana IED

Este grupo dibujó su colegio y el vecindario (figura 6). Ubicó cuatro tipos de problemáticas: la primera, los robos (triángulos) presentes a la salida del colegio, cerca del Dirección Local de Educación (CADE), de la iglesia, en el círculo y cerca de «carabineros». No reportó robos al interior del colegio. El segundo, *bullying*, actualmente llamado “acoso escolar” (círculos), en «carabineros» y dentro del colegio, cerca de los baños; el último, las peleas (rombos) presentes en inmediaciones del CADE y dentro del colegio, cerca al comedor y en el bloque. Comercialización de drogas (cuadrados) frente al colegio, en el círculo, cerca al Colegio República Dominicana (RDP) y dentro del colegio, en los baños, en el corredor y cerca del comedor. Al dibujar los alrededores del colegio, los jóvenes hicieron énfasis en «el miedo que existe cerca del colegio».



Figura 7. Ejemplo 2 de cartografía social del colegio La Gaitana, localidad de Suba



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio La Gaitana IED

Este grupo reportó robos (estrella) cerca de la iglesia, cerca de la rueda, de la entrada del colegio; no reportó al interior del colegio. También reportó drogadicción (triángulo) cerca de la cancha y en el parque; y dentro del colegio, por las escaleras, en el bloque, por los baños. En cuanto al acoso escolar (círculo), manifestó que se presentaba en la rueda y en el parque; y dentro del colegio: en la cafetería, la cancha, en el bloque y en las escaleras (figura 7).

Figura 8. Ejemplo 3 de cartografía social del colegio La Gaitana, localidad de Suba



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio La Gaitana IED

Los participantes marcaron robos (arma blanca) por las casas, en el círculo, cerca de la iglesia, en la entrada del colegio. No reportaron robos al interior del colegio. Las 'sicoactivas' (cigarrillo) las dibujaron por el polideportivo, por las casas, cerca de la iglesia, y en el círculo; dentro del colegio las ubicaron en los baños de hombres

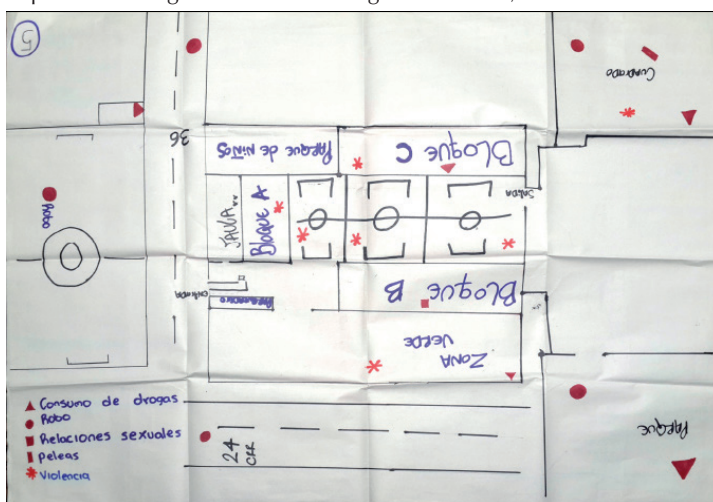
y las escaleras. El acoso escolar (mano) se registró cerca de la iglesia y dentro del colegio: en la cancha y el corredor. Plantearon una categoría emergente: amenazas, las representaron con un rombo y manifestaron que estaban presentes en la zona del círculo (figura 8).

En general, en la Institución Educativa Distrital La Gaitana, los estudiantes usaron tres convenciones para identificar las problemáticas: robos, drogas (algunos grupos emplearon términos, como comercialización de drogas, psicoactivas, consumo) y golpes (usaron términos, como peleas y acoso escolar). Los participantes confirmaron que se puede acceder a las drogas acercándose a las escaleras, al bloque, a los baños. También manifestaron que los golpes se presentan cerca del comedor, en el bloque, en el polideportivo, cerca de la cancha, por los lados de la cafetería y en los baños. Los robos solo fueron reportados por un grupo cerca de la cancha.

En cuanto al vecindario, confirmaron el acceso a drogas en el parque, en el círculo, cerca del Centro de Atención Médica Inmediata (CAMI), en el polideportivo, cerca de la iglesia, por las casas, por las fuentes, cerca de R.P.D. Los golpes se registraron en inmediaciones de la Dirección Local de Educación (CADE), en el círculo, por el *low park*, por carabineros, cerca de la iglesia, cerca del parque. Los robos, a la salida del colegio, cerca del CADE, cerca de la iglesia, en el círculo, cerca de carabineros, cerca del salón comunal, por las casas, por las fuentes. Llama la atención una zona denominada «El círculo», pues todos los grupos se refirieron a ella como un sitio en el que se presentan todas las situaciones mencionadas.

## Cartografía social del colegio Bravo Páez

Figura 9. Ejemplo 1 de cartografía social del colegio Bravo Páez, localidad de Rafael Uribe Uribe

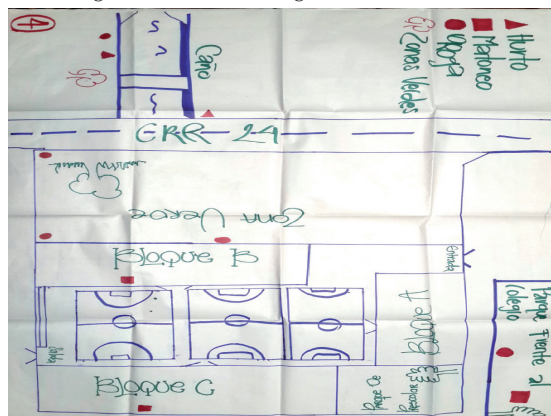


**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio Bravo Páez IED



Este grupo dibujó su colegio y el vecindario (figura 9). Ubicó cinco tipos de problemáticas. La violencia fue percibida como la más frecuente. Llama la atención que, dentro del Bloque B, se registró la aparición de relaciones sexuales, por lo que se recomienda revisar si esta problemática se está presentando, pese a que ningún otro grupo reportó algo similar. Por otra parte, se reportaron robos (círculo) en el polideportivo, por la calle 36 y la carrera 24, en el parque y en el cuadrado. Al interior del colegio no fueron reportados. En cuanto a la violencia (asterisco), se registró en el cuadrado y al interior del colegio: bloques A y C, en las canchas y en la zona verde. Por su parte, las peleas (rectángulo) están presentes en el cuadrado, pero no las registran al interior del colegio. En relación con el consumo de drogas (triángulo), las reportaron en el polideportivo, en el parque, en el cuadrado y dentro del colegio, en la zona verde y en el Bloque C.

Figura 10. Ejemplo 2 de cartografía social del colegio Bravo Páez, localidad de Rafael Uribe Uribe



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio Bravo Páez IED

Este grupo ubicó el hurto (triángulo) por el caño, cerca de la carrera 24; al interior del colegio no lo representa. La droga (círculo) la registró en el parque que queda frente al colegio, en el caño y en la zona verde. No reportó acceso dentro del colegio. El matoneo (cuadrado) lo identificó en el parque que está ubicado frente al colegio, al interior del colegio en los bloques B y C. Adicionalmente, planteó una categoría emergente para delimitar la zona verde (árbol) (figura 10).

Este grupo ubicó los robos (cuadrado) en la zona verde, en el parque, en la calle 40 sur, en la esquina del colegio, no los reportaron al interior del colegio. Las drogas (triángulo), en la zona verde, en la calle 40 sur y en el parque. Los estudiantes manifestaron que dentro del colegio pueden acceder a ellas en los baños. El acoso escolar (círculo) en la zona verde y al interior del colegio en los bloques A, B y C (figura 11).

Figura 11. Ejemplo 3 de cartografía social del colegio Bravo Páez, localidad de Rafael Uribe Uribe



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio Bravo Páez IED

De manera general, los estudiantes de IED Bravo Páez usaron convenciones para identificar tres problemáticas: robos, drogas (algunos grupos emplearon términos, como consumo de drogas) y peleas (usaron términos, como violencia, acoso escolar y matoneo). En general, los participantes confirmaron que el acceso a drogas se da principalmente en el Bloque C, también nombraron el Bloque B, el parqueadero, el parque infantil y los baños; en cuanto a los golpes, los registraron en los bloques A, B y C; mientras que los robos fueron reportados en la zona verde, en la calle 40 sur, en la calle 36, en la carrera 24, en el parque, en el parqueadero y en el polideportivo.

Dos grupos plantearon dos categorías emergentes: la basura, presente en el polideportivo, en el parqueadero del colegio, en el parque que está ubicado frente al colegio; y la vulgaridad, percibida en el parque, en el polideportivo y en la zona verde. Los grupos manifestaron que en su vecindario, el acceso a drogas se da por la zona verde, por el parque frente al colegio, por el polideportivo, por el caño, en las casas; y las peleas, en el parque, detrás del parqueadero, en las casas, en la zona verde. No se reportaron robos, pero un grupo sí reportó vulgaridad y dijo que estaba presente en las casas y en la calle 40 sur.

## Cartografía social colegio San Bernardino

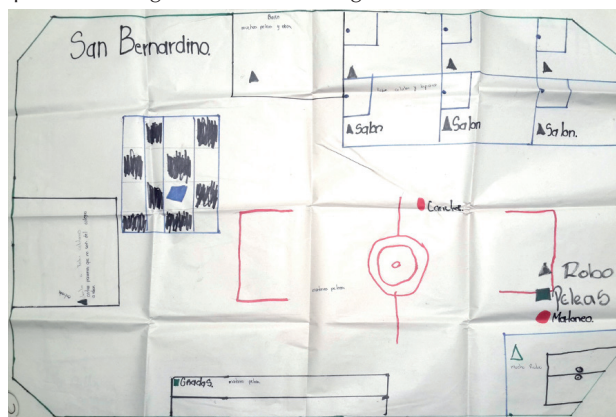
Figura 12. Ejemplo 1 de cartografía social del colegio San Bernardino en la localidad de Bosa



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio San Bernardino IED

En este mapa los participantes dibujaron tres problemáticas (figura 12): peleas (círculo) en la zona verde y en la calle que la rodea, al interior del colegio, en los patios 1 y 2, en los salones, en los pasillos y en el parque. Los robos (triángulo) en los pasillos y salones, en el parque y fuera del colegio, en la zona verde y por las calles que la rodean. Drogas (cuadrado) en el parque y en la zona verde.

Figura 13. Ejemplo 2 de cartografía social del colegio San Bernardino en la localidad de Bosa



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio San Bernardino IED

Este grupo empleó tres convenciones (figura 13). La primera, los robos (triángulo) en la entrada con una anotación: “Entran personas que no son del colegio a robar estudiantes” colegio San Bernardino IED (entrevista personal, 6 de marzo, 2014); también al interior, en los baños, salones y cerca a la cancha de fútbol. La segunda,

matoneo (círculo) en la cancha, aunque dibujaron la convención de peleas (cuadros) en el ajedrez y en las gradas. No registraron espacios al exterior del colegio.

Figura 14. Ejemplo 3 de cartografía social del colegio San Bernardino en la localidad de Bosa



**Fuente:** estudiantes grado noveno Colegio San Bernardino IED

Este grupo utilizó tres convenciones (figura 14). Violencia (cuadrado): en el patio, el pasillo, los baños, el ajedrez y la cancha de fútbol. El consumidor de drogas (línea), en los diferentes baños del colegio; el irrespeto (asterisco), en las aulas y en los baños. Dibujaron todo al interior, no dibujaron zonas en el barrio.

Como resumen para la IED San Bernardino, la mayoría de grupos no dibujó áreas externas al colegio; sin embargo, dos grupos registraron robos en la entrada al colegio, en las calles que lo rodean; también en el parque y en la zona verde. Drogas en la zona verde cercana al colegio. Las peleas no las representó ningún grupo fuera del colegio. Manifestaron que al interior del colegio suceden robos en la cancha de fútbol, en las escaleras, en el primer piso, en los salones y en la cafetería. Las drogas se ofrecen en los baños de los tres pisos del colegio, en la caseta de la entrada y en las escaleras. Las peleas ocurren en la cancha, en el ajedrez, en las gradas, en los pasillos, los salones, los baños y las escaleras. Entre las categorías emergentes se encuentra el acoso escolar; y aunque fue identificado por un grupo en varios lugares del colegio, estos no fueron marcados. Con respecto al robo a mano armada, dibujaron la convención, pero no la ubicaron en el mapa. El porte ilegal de armas lo representaron en la cancha de fútbol, el irrespeto está presente en baños y aulas. La violencia, en patio, pasillo, baños, ajedrez y cancha de fútbol. Adicionalmente, hubo un grupo que propuso consumo de alcohol y lo pintó en varios lugares, pero no marcó los espacios de su mapa.

La cartografía realizada contribuyó a ubicar y caracterizar las zonas en las que los estudiantes tienen exposición a las problemáticas de robos, consumo de SPA y peleas o acoso escolar. Se identificaron otras problemáticas relevantes para los estudiantes y ellos encontraron un espacio para reflexionar sobre el consumo de SPA en su colegio y barrio; esto les permitió a los investigadores entender con mayor profundidad cómo abordarían las diferentes problemáticas. Así, se encontró que, según los estudiantes, los baños, las zonas oscuras o puntos ciegos de las cámaras de seguridad, ubicadas al interior del colegio, son los lugares donde más se presentan el comercio y consumo de drogas; por ejemplo, una participante de uno de los colegios, durante la exposición de la cartografía dijo: «Como solo hay un baño de mujeres y es grande, se meten a fumar». Otra estudiante también afirmó: «La drogadicción se genera más, digamos, en los baños, porque es un lugar un poco más cerrado, porque pueden hacerlo, pues digamos que a escondidas, el baño es un lugar un poco más cerrado» (s. d.).

Esta diferenciación sobre los espacios privados y públicos, aquellos que tienen supervisión y los que no, es un permanente reto para las instituciones públicas, pues los estudiantes saben dónde no hay vigilancia y, por ende, cuáles son un blanco del microtráfico de drogas.

Por otro lado, los alrededores de todos los colegios fueron catalogados como peligrosos. En diferentes instituciones, los estudiantes afirmaron que son las cuadras cerradas y los lugares oscuros y solos, los que se prestan para los robos, el *bullying* y las drogas. Es clara la diferenciación que hicieron los estudiantes de lo que sucede dentro y fuera del colegio, ya que no existe control de las actividades.

Finalmente, cuando los estudiantes expusieron sus mapas, se les preguntó abiertamente qué tipo de drogas se expendía o se consumía dentro del colegio. La droga nombrada con más frecuencia fue el cigarrillo, seguida de la marihuana y los *tripp*s (nombre para referirse al LSD o ácido lisérgico), también mencionaron inhalantes como el pegante. Esto permite entender la familiaridad y percepción de disponibilidad de drogas en el entorno inmediato.

Murillo-Castro y Miaso (2011) realizaron una investigación cualitativa con jóvenes costarricenses que estaban en un programa de tratamiento de drogas. Analizaron, desde la perspectiva de los adolescentes, los factores que contribuyeron a su inicio en las drogas, entre los que aparecieron, por un lado, cómo las instituciones educativas los excluían del sistema una vez habían iniciado su consumo, o ellos por iniciativa propia abandonaban los estudios; y por el otro, señalaban que vivir en barrios donde la droga era de fácil acceso les facilitaba el consumo; al igual que en los casos en los que los padres consumían, pues ellos podían hacerlo también en la casa o en el barrio. Agregaron que recurrían a la prostitución y delincuencia para mantener el consumo.

Estas dinámicas, que se dan en barrios y familias consumidoras, sirven para entender que el problema va más allá del individuo y merece una intervención desde múltiples niveles para garantizar una acción efectiva y minimizar los riesgos.

A continuación se exponen los principales hallazgos del taller que acompañó la cartografía social. La tabla 9 muestra cómo se crearon categorías organizativas, según las diferentes temáticas abordadas. Al analizar la totalidad de los comentarios de cada uno de los grupos participantes, se identificaron temas transversales o básicos que se relacionaban entre sí, de esta forma y de acuerdo con la naturaleza del problema (si se percibía como individual/familiar, comunitario/barrio/escuela o social), se asociaron los efectos en la calidad de vida, en el futuro del barrio, en los roles de las instituciones, el colegio y la clase de biología. Posteriormente, se explicó con ejemplos cada una de las categorías.

### El problema es del ámbito individual o familiar

Si los estudiantes sostenían que el problema de consumo de drogas, acoso escolar o robos tenía un origen individual o intrafamiliar, señalaban que los efectos serían a nivel de la persona (en su salud física y salud psicológica, sentirse vulnerable, efecto intrafamiliar, proyecto de vida), las consecuencias afectarían a las personas involucradas (víctimas de acoso escolar o consumidores) y mostraban una falta de empoderamiento (visión fatalista) en la que el problema continuaba agudizándose. Por ende, las instituciones que debían intervenir eran la persona o la familia. El rol de la escuela era el de informar o educar a los estudiantes, o si no, era inactivo; y la clase de biología podría contribuir dando información, concientizar sobre los peligros, diferenciar entre lo bueno y lo malo, o simplemente no le competía intervenir en la situación, según algunos estudiantes.

- **Origen del problema: ausencia de habilidades sociales.** Los siguientes son algunos ejemplos de causas a nivel personal por problemas de habilidades sociales. Una estudiante del colegio San Bernardino dijo: «El consumo de drogas [se da] por llamar la atención, malas amistades» (E. Casas, entrevista personal 6 de marzo, 2014). Otro estudiante sostuvo: «Por factores, como la falta de tolerancia, respeto, solidaridad, entre otros factores» (W. García, entrevista personal 6 de marzo, 2014), y por último, otro señaló: «Porque hay falta de comunicación y de atención» (A. Ayala, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). En el colegio Bravo Páez un estudiante anotó: «Drogas [se dan por] falta de atención, encajar, malgasto del tiempo» (V. Pulido, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). En el colegio La Gaitana, los estudiantes nombraron las siguientes causas: «Por falta de comunicación, falta de comprensión, conflictos, problemas, intolerancia; porque se sienten solos, mucho tiempo libre, por las amistades y la influencia» (S. Rincón, entrevista personal, 20 de marzo, 2014).



- **Origen del problema: creencias justificadoras.** Otra de las causas nombradas se refería a que fueron denominados: creencias justificadoras, ya que muestran formas de justificar el robo, acoso escolar o consumo de drogas. Una de esas creencias frente al robo fue sostenida por un participante del colegio Bravo Páez: «La gente siempre busca ganarse las cosas fácil» (O. Cárdenas, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Otro joven del colegio La Gaitana anotó: «Por pereza» (O. Bermúdez, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro, por su parte, sostuvo: «Porque no todos pensamos igual» (O. Quiroga, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Alguien del colegio San Bernardino se inclinó más por obedecer consejos: «Porque hay mucha gente que, por no escuchar a los demás, resultan metidos en estas problemáticas» (V. Poveda, entrevista personal, 6 de marzo, 2014).
- **Origen del problema: problemas familiares.** A nivel familiar se encontraron ejemplos, como lo propuesto por un grupo de estudiantes: «El consumo de drogas [se da por] problemas familiares y académicos» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro aseguró: «Los problemas familiares y personales crean dificultades en las diferentes formas de relación que se puedan crear en el colegio y demás ambientes» (E. Casas, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). En el colegio La Gaitana, los estudiantes registraron: «El problema del acoso escolar se origina desde el entorno familiar» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). En el colegio Bravo Páez, alguien mencionó que las causas son la «falta de tolerancia, de amor, problemas en la casa, en el colegio» (D. Pérez, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).
- **Calidad de vida: efectos en la salud psicológica.** Al contrastar las causas se encontró que los estudiantes nombraron directamente ciertos términos empleados en el ámbito de la psicología y las tres problemáticas afectarían la salud psicológica. Por ejemplo, sobre las drogas, alguien del colegio San Bernardino escribió: «En el rendimiento habrá desconcentración y falta de ganas de estudiar» (J. Méndez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro estudiante del colegio La Gaitana sostuvo, sobre las víctimas del acoso escolar: «Puede llevar a problemas físicos y psicológicos a la víctima» (L. Castañeda, entrevista personal, 20 de marzo de 2014). La baja autoestima la asociaron con el consumo de drogas y con las víctimas del *bullying*. Por ejemplo: «Baja autoestima, daños físicos y morales, desde que no me lo hagan a mí, no me afecta» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo de 2014). El miedo se presentó cuando los estudiantes hablaban del temor que sentían al salir de sus casas, dada la inseguridad del barrio: por ejemplo, en el colegio Bravo Páez alguien aseguró: «No podemos salir a horas de la noche, ni tampoco solos» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Del colegio San Bernardino, en un grupo mencionaron: «La forma de ser de la gente porque cambia su mentalidad, la inseguridad, por miedo a que lo golpeen,

la degrada, se vuelve inseguro, porque no le gustan que lo traten así y se vuelve agresivo» (J. Rodríguez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Esta visión indica que vivir en un entorno inseguro, lleva al miedo, que termina transformando a las personas, y del que surge la agresividad como mecanismo de protección.

Por otro lado, frente a lo que pasaba con la víctima de *bullying*, alguien en un grupo sostuvo: «El niño se vuelve tímido, sensible y con miedo a todo y de todos» (J. Correa, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro concepto relacionado fue la vulnerabilidad, que gira en torno a lo que le podría pasar al cuerpo en caso de robos o golpes, también a la sensación cuando son víctimas de robos. Con frecuencia mencionaron el miedo a salir herido —por ejemplo— en un grupo del colegio La Gaitana afirmaron: «Los robos le podrían ocasionar heridas a arma blanca» (C. Acevedo, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro más, de un grupo de la institución San Bernardino escribió: «Estamos expuestos a estos peligros, podemos salir heridos en caso de una pelea o por el mismo acoso escolar» (F. Castro, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro anotó: «Emocionalmente y con inseguridad, ya que uno consigue todo con esfuerzo para que otra gente venga y robe y todo gratis para ellos. ¡No!» (C. Ramírez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). De manera similar, en otro grupo sostuvieron: «Uno se esfuerza para conseguir algo y otros se las ganan gratis robándolos» (M. Aponte, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Finalmente, la depresión se mencionó para personas que consumían y para las víctimas del acoso escolar. En este sentido, un estudiante de un grupo del colegio La Gaitana escribió: «Se convierten en personas solitarias y en ocasiones se puede caer en depresión» (S. Rincón, entrevista personal, 20 de marzo, 2020).

- **Calidad de vida: efecto intrafamiliar.** Hubo comentarios que se orientaron a los problemas que tendrían las personas que consumían drogas en sus familias, por ejemplo, alguien de un grupo del colegio San Bernardino anotó: «Pues teniendo en cuenta que los jóvenes de ahora están con estas problemáticas por las drogas, hay que tomar en cuenta la respectivas de las familias y de sus hogares» (J. Suárez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). También, aquellos que mostraron preocupación por sus familias, ante estas problemáticas. Al respecto un participante del colegio San Bernardino escribió: «Porque a mí me vale “verga” lo que le pase a los demás, mientras no se metan con los míos» (F. Castro, entrevista personal 6 de marzo, 2014). Otro participante del Bravo Páez mencionó que podría «perder al ser más querido» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).
- **Calidad de vida: efecto en el proyecto de vida.** Los estudiantes perciben que la exposición a estas problemáticas tendrá un efecto en su vida futura, por ejemplo, alguien del San Bernardino escribió: «Afectan mucho porque yo vengo al colegio pensando en mi proyecto de vida y estas problemáticas me podrían llevar a pensamientos diferentes» (W. García, entrevista personal, 6 de marzo,



2014). Otra persona de un grupo diferente del mismo colegio mencionó la visión sobre los jóvenes: «Pues a futuro esta realidad se vería negativa porque la mayoría de jóvenes estarían contaminados por el consumo de drogas y alcohol» (M. Sánchez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). También un estudiante de La Gaitana opinó sobre los involucrados en las problemáticas, puesto que «no logran tener oportunidades ni trabajos» (O. Quiroga, entrevista personal, 20 de marzo, 2014), y una percepción de peligro por exposición a estas problemáticas surgió de un estudiante de un grupo del Bravo Pérez, «porqué (sic) nos llevan a iniciar un mal camino» (V. Pulido, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).

- **Percepción del futuro: visión fatalista.** Lleva este nombre, porque las respuestas de los estudiantes sobre el futuro fueron negativas, pues tienen un tono pesimista en el que parece que solo existe la posibilidad de agudización de los problemas. Es interesante cómo en estos comentarios, los participantes se referían a las problemáticas en tercera persona, como si fuera algo ajeno, nunca se mencionó el problema como parte de un colectivo. Un ejemplo de la visión fatalista es cuando nombraban a la víctima o al consumidor; en este sentido, alguien escribió sobre la víctima de acoso escolar: «Ya no tiene ganas de venir al colegio por miedo a que lo maltraten» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014); y sobre el consumidor de drogas anotó: «No es dependiente de sí mismo y tiene que andar consumiendo la droga por que se vuelve loca» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Estas respuestas se caracterizan por describir ambos actores, pero no visualizan el futuro, solo mencionan los efectos que tienen estas problemáticas en sus comportamientos.

Por otro lado se encontró la visión fatalista, cuando se evidenció la continuación o agudización del problema, que resalta la preocupación por las generaciones futuras, por ejemplo, un estudiante del colegio San Bernardino escribió: «Si no se solucionan a tiempo cada vez va a ser peor, la gente se va a volver mala, la gente aprende a ser más violenta en el colegio, pues mucho porque a uno le da miedo que golpeen y uno no va a querer estudiar. Si no se solucionan al tiempo pueden haber mas problemas y puede haber gente herida. El colegio se irá acabando por falta de alumnos y profesores» (V. Poveda, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Otro ejemplo del mismo colegio: «Mal, porque cada vez más niños de 10 a 12 años se dejan influenciar por los otros o te dejas caer en las drogas» (S. Caicedo, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Finalmente, otro estudiante menciona: «A medida que crece la problemática del acoso escolar, de la violencia y la drogadicción, las generaciones que vienen detrás tomarán el ejemplo. Aparte de la intolerancia y el irrespeto, generan problemas morales que pueden llevar a ellos» (C. Arias, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otros participantes, en este caso de la institución La Gaitana, hablan sobre la agudización en general

del problema: «Estas problemáticas nos podrían afectar a futuro con nuestro crecimiento a personas de bien» (M. Aponte, entrevista personal, 6 de marzo, 2014).

- **Instituciones responsables.** La familia fue la segunda institución más nombrada (14 veces) y ha sido categorizada dentro del ámbito individual. El control y la agencia de poder atribuida en las respuestas demuestran la importancia que tiene involucrar a la familia en cualquier intervención. Al revisar el número de veces que se nombran personas o representaciones del yo o ellos (6 veces) es bajo, esto muestra que los estudiantes no sienten que las problemáticas los afecten directamente.
- **Rol de la escuela: informar y educar.** Este primer rol, el más nombrado por lo estudiantes, es el de la escuela, que debe proveer información sobre riesgos y consecuencias asociadas; a este respecto alguien sostuvo: «El de informarnos frente a los daños y perjuicios que conlleva el consumo de estas sustancias. Acompañamiento» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro estudiante del San Bernardino escribió: «La concientización a los estudiantes de la afectación que nos pueden traer estos problemas» (W. García, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro joven del mismo colegio expuso: «Pues los docentes creando actividades donde los jóvenes vean reflejados estos problemas para un caso, para su vida y su futuro» (M. Sánchez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014).
- **Rol inactivo de la escuela.** En dos grupos mencionaron que la escuela no tendría un rol en absoluto. Al respecto un estudiante escribió: «No puede hacer nada porque la decisión es de nosotros y nosotros hacemos el cambio y damos la solución» (O. Quiroga, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro estudiante de La Gaitana sostuvo: «Ninguno, porque el colegio no responde después de que los estudiantes salgan de estudiar» (L. Cortés, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Este rol se contradice completamente con los otros propuestos, porque quita el poder de influencia y la responsabilidad que tiene el colegio como institución educativa, esta dualidad debe contemplarse en el diseño de intervenciones. Los estudiantes delimitan lo personal y lo escolar.
- **Rol de la clase de biología: brindar conocimiento sobre el cuerpo humano, peligros y drogas.** Las respuestas claramente se orientaron a la contribución que podría tener la clase de biología frente a la problemática del consumo de drogas. Las respuestas de los grupos hacían explícita la temática y mencionaban reiteradas veces cómo podrían enseñar sobre el cuerpo, el efecto de las sustancias y los riesgos asociados. Por ejemplo, una estudiante del colegio La Gaitana escribió: «En no consumir para cuidar nuestro cuerpo, conseguir conocimientos

para no caer en las drogas, nos hacen tomar conciencia de cómo nos pueden afectar ciertas sustancias, en lograr ser una persona de bien, e intentar ayudar a las demás personas con estas problemáticas» (M. Aponte, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). De forma similar, otro joven del San Bernardino dijo: «Pues aporta mucho porque nos hace caer en cuenta sobre métodos y soluciones sobre las drogas y lo perjudicial que es para nuestra salud» (F. Castro, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro estudiante en la exposición grupal sostuvo: «La clase de biología como tal nos hace reconocernos a nosotros mismos y conocer a las sustancias, los componentes que traen las sustancias, el daño que generan a nivel del organismo y a nivel social» (S. Rincón, entrevista personal, 20 de marzo, 2014).

- **Rol de la clase de biología: diferenciar entre lo bueno y lo malo.** En el segundo rol, los estudiantes, en reiteradas ocasiones, mencionaron la importancia de aprender sobre lo bueno y lo malo; y sobre la orientación que necesitaban. No necesariamente lo vincularon con las problemáticas de robo, *bullying* o consumo de drogas, sino que eran apreciaciones más generales. Se evidencia, por un lado, la labor formadora de la escuela y la clase de biología en temas de valores y ética; por otro, devela las expectativas de que el colegio es una fuente de información confiable. Por ejemplo, alguien sostuvo: «Nos enseña a tener ética del cuidado con uno mismo y con el entorno» (O. Bermúdez, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro joven del colegio Bravo Páez escribió: «Nos enseñan a diferenciar lo que es bueno y malo para nosotros. A cómo cuidar el ambiente» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Finalmente, otro estudiante del colegio La Gaitana anotó: «Dar a conocer nuestro organismo, advertirlas del daño que eso causa a nuestro organismo, dar a conocer los daños, dar a entender lo bueno y lo malo, conocernos interiormente» (M. Aponte, entrevista personal, 20 de marzo, 2014).
- **Rol inactivo de la clase de biología.** En esta categoría se encuentran únicamente tres comentarios; en ellos, los estudiantes explícitamente mencionaron no encontrar una conexión entre las problemáticas del barrio y la clase de biología. Se incluyen para manifestar la necesidad de incorporar una conexión clara en la intervención que se esté realizando en los colegios con respecto a la vida cotidiana de los estudiantes. Un estudiante del Colegio San Bernardino señala: «Nada, porque simplemente se cambia por el carácter de uno» (J. Suárez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro estudiante del mismo colegio escribió: «La verdad, ¡no sé! Todos estamos de acuerdo». La aplicación del conocimiento que adquieren en el colegio y en la vida cotidiana es muy importante; y la forma cómo se conecten a los ámbitos escolar, familiar e individual será la clave para que el estudiante sienta que se está integrando con diferentes fuentes de información.

## El problema es comunitario, del barrio o de la escuela

Si el problema era visto como algo comunitario, del barrio o la escuela, entonces los estudiantes relataban cómo la inseguridad se originaba en vendedores de drogas, *bullies* y ladrones en el barrio y la escuela. Existía falta de autoridad al interior de la escuela y los problemas de convivencia contribuían a la existencia de estas problemáticas. El efecto era desconfianza y temor hacia los otros. Los efectos a futuro implicaban una visión optimista que requería de la participación de todos o la comunidad, y tendría un efecto directo en la reputación del barrio. De esta manera, la institución más relevante era el colegio y se abordaba como un canal para encontrar soluciones entre las familias, los estudiantes y las personas que tuvieran problemas con el consumo, acoso escolar o robo. A este nivel a la clase de biología no le asignaron un rol.

- **El origen del problema: la inseguridad del barrio y presencia de vendedores de droga.** En los colegios participantes se mencionó la seguridad del barrio como una de las causas; en lo referente a esto, un estudiante del San Bernardino escribió: «Porque no hay mucho sistema de seguridad, porque hay mucha maldad y no hay seguridad, porque la seguridad es muy poca, todos estamos de acuerdo» (C. Ramírez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro estudiante del grupo del colegio Bravo Páez mencionó barrios vecinos: «Por la cercanía del Quiroga y Lomas, malos entendidos (sic)» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). En cuanto al consumo de drogas, mencionaron en La Gaitana: «El consumo de droga se relaciona por el lugar donde se convive (barrio)» (C. Acevedo, entrevista personal, 20 de marzo, 2014); además dijeron: «Los vendedores aprovechan que los estudiantes salen y, de ese modo, los convencen de comprar sustancias alucinógenas en el parque» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014).
- **El origen del problema: convivencia en la escuela y falta de espacios para recrearnos.** En esta categoría, los estudiantes mencionaron que esta institución contribuía al problema por razones como las que nombra un estudiante del San Bernardino: «Por el descuido de los profesores, ya que en ellos recae la responsabilidad» (J. Rodríguez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014); otro estudiante afirmó: «Por falta de comunicación entre docentes y estudiantes y viceversa. Falta de tolerancia entre estudiantes. Por el irrespeto a estudiantes y docentes» (F. Castro, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). También del mismo colegio: «Sin espacios para recrearnos, la mala convivencia con los compañeros, robos de compañeros hacia otros» (C. Ramírez, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). En la exposición grupal, alguien en un grupo sostuvo: «Encontramos que no hay espacios suficientes como para que los estudiantes nos recreemos, no dejan que en el descanso pues juguemos con un balón o cualquier cosa, pues, solo caminar o algo así» (V. Poveda, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).

- **Calidad de vida: seguridad y vida en el barrio.** Los estudiantes mencionaron, como uno de los temas que más se veía afectado por las problemáticas, lo siguiente: «Teniendo inseguridad en el colegio, teniendo desconfianza con los compañeros» (S. Rincón, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro estudiante del Bravo Páez propuso: «Nos afecta mucho por temor a salir a la calle, no podemos vivir en convivencia» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Finalmente, un estudiante mencionó cómo los vínculos de confianza se rompen: «Afecta psicológicamente y físicamente en muchas formas, porque uno no se siente seguro en el colegio, afecta en la confianza, ya que no podemos confiar en nadie por estas razones» (D. Pérez, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).
- **Efectos a futuro en el barrio: visión optimista implica la participación de todos o de la comunidad.** Hubo estudiantes que tuvieron una posición más positiva hacia el futuro y específicamente todas las respuestas involucraron la participación de otros actores, en todos los casos eran nombrados todos o la comunidad, lo que implicó un lenguaje más incluyente, marcando una fuerte diferencia de la visión fatalista. Por ejemplo, alguien del colegio Bravo Páez escribió: «Si seguimos como estamos, vamos a empeorar, pero si la comunidad se pone de acuerdo, podemos hacer un buen lugar» (J. Pérez, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Por otro lado, otro estudiante del colegio La Gaitana mencionó a los diferentes actores involucrados en la solución: «Depende de todos, depende de la persona como sea, depende si la persona quiere cambiar, depende de cómo se traten las personas, depende de cómo sea su situación social, económica, etc.» (C. Acevedo, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Contemplaron un todos y un individuo que parece ser el que está mal (puede ser el consumidor, *bully* o ladrón) y su contexto, el trato que se le dé. Lo anterior demuestra que esta persona es extraña, pero a la vez se ve a futuro en el barrio, solo debe cambiar. En la institución Bravo Páez, llama la atención el comentario de este estudiante, que visualiza el momento que la comunidad comience a ejecutar la justicia por cuenta propia, y ofrece una salida violenta a las problemáticas: «Si las cosas siguen como van, se aumentará la delincuencia. La comunidad se cansará de lo que pasa en el (barrio) y tomará decisiones muy drásticas. En consecuencia, de tanto acoso escolar habría guerras como las de antes» (V. Poveda, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Ya existe una historia violenta en el barrio.
- **El futuro del barrio: afecta la reputación.** Son dos los comentarios que se refieren a cómo la imagen del barrio se vería afectada, ambos del colegio La Gaitana: «Daña la imagen del barrio y logra fama de peligroso» (L. Castañeda, entrevista personal, 20 de marzo, 2014) y «daña la imagen de las personas que habitan en el lugar» (S. Rincón, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Estos comentarios sirvieron en una intervención para crear un sentido de grupo que enfocara a las personas en la imagen del barrio, específicamente de este colegio.

- **Instituciones responsables: el colegio debería intervenir en la solución.** Entre todas las instituciones, el colegio fue la institución más nombrada (17 veces). Esto permite analizar el poder percibido que tienen dichas entidades en la solución, por lo anterior, es sumamente pertinente el colegio, como institución gestora de programas que promuevan la prevención de consumo de drogas, robos y acoso escolar.
- **Rol de la escuela: ser un canal para encontrar soluciones.** Algunos participantes mencionaron la importancia de la escuela como un espacio donde se presenta la oportunidad de comunicar los problemas y orientarlos hacia diferentes fuentes de apoyo, así, por ejemplo, los estudiantes del Colegio La Gaitana sostuvieron: «El hablar con el estudiante e informar a los padres de familia. Ayudar a los estudiantes para buscar un lugar de rehabilitación» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Otro grupo del mismo colegio dijo: «Sin el apoyo de esta [refiriéndose a la escuela] los estudiantes no tendrán en quien confiar» (C. Acevedo, entrevista personal, 20 de marzo, 2014).
- **Rol de la clase de biología.** No se nombra. Los estudiantes no mencionaron esta categoría, la clase de biología no parece tener para ellos ningún rol a nivel comunitario o de barrio.

## El problema es social

Si el problema se asumía como una problemática social, las causas nombradas eran un poco más abstractas, como la falta de información, la falta de autoridad, la falta de oportunidades, la existencia de pobreza, aunque los efectos en la calidad de vida y a futuro no se denominaran. En cuanto a las instituciones responsables, las entidades gubernamentales y la fuerza pública fueron las más mencionadas y el rol asociado de la escuela era supervisar y trabajar con las autoridades, controlando. La clase de biología no tendría una relación directa a nivel social.

- **Origen del problema: falta de información, control, oportunidades y existencia de pobreza.** En esta categoría los estudiantes mencionaron temas que son problemas estructurales, es decir, que involucran la acción de actores externos y se relacionan con una cultura o forma de ver la vida. Se identificaron las siguientes subcategorías en su discurso: falta de información, por ejemplo, un estudiante de La Gaitana sostuvo: «Por falta de charlas, consejos y ayudas» (J. Correa, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Falta de control, un estudiante escribió: «La falta de autoridad afuera del colegio con quienes venden droga» (C. Acevedo, entrevista personal, 20 de marzo, 2014). Falta de oportunidades, en cuanto al robo, un estudiante explicó que sus causas eran «necesidad, mediocridad, desempleo» (A. Guerrero, entrevista personal, 20 de marzo, 2014); otro, en un grupo de La Gaitana, escribió: «Falta de educación» (J. Correa, entrevista perso-

nal, 20 de marzo, 2014). Existencia de pobreza, un estudiante de un grupo del colegio San Bernardino registró: «Porque hay mucha pobreza, además muchos toman ese camino por moda o por agradar a los demás» (V. Poveda, entrevista personal, 13 de marzo, 2014). Otro estudiante del mismo colegio mencionó: «Por lo que hay mucho acoso escolar, por la violencia, porque no hay plata» (S. Caicedo, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Finalmente, otro estudiante del Bravo Páez relacionó el robo con un problema económico: «Por un costo de vida muy alto» (V. Pinzón, entrevista personal, 13 de marzo, 2014).

- **Instituciones responsables: entidades gubernamentales y fuerza pública.** Los siguientes fueron los términos usados para estos entes: el Gobierno, autoridades, alcaldía, Ministerio de Salud y Secretaría de Educación; en el caso de la fuerza pública nombraron a la Policía o el Escuadrón Móvil Antidisturbios (SMAD), instituciones que son percibidas como influyentes en la problemática y aunque son nombradas genéricamente y parece que son lejanas a la vida cotidiana de los estudiantes, representan una imagen de autoridad, que es útil en el control de estas problemáticas.
- **Rol de la escuela: supervisar y trabajar con las autoridades.** Esta categoría se orienta hacia el rol de la institución en ejercer autoridad y control frente a estas problemáticas, así, un estudiante del San Bernardino escribió: «Poner pautas y sanciones más graves que nos ayuden a solucionar, porque paila. Capacitaciones, reuniones a padres, la seguridad y policías fuera del colegio» (C. Torres, entrevista personal, 6 de marzo, 2014). Otro estudiante del Bravo Páez anotó: «Denunciar a las autoridades, mantenernos ocupados, hablar con los alumnos» (A. Ayala, entrevista personal, 6 de marzo, 2014).

Es así como a través de esta investigación cualitativa se pudieron identificar dos aspectos muy importantes, por un lado, cómo y en dónde hay acceso a drogas; por el otro, cómo ven los estudiantes el problema de robos, acoso escolar y consumo de drogas. En este sentido, se concluye que de manera transversal, la exposición a las SPA se presenta tanto al interior como al exterior de los colegios. Es evidente que la *Cannabis sativa* está presente en el colegio y en el barrio, pues fue la segunda droga más nombrada por los estudiantes. Así, la clase de biología se convierte en una oportunidad para ofrecer información a los estudiantes y fortalecer las habilidades de toma de decisiones.

Rosenbaum (1999) plantea que la educación en drogas está basada en política más que en ciencias, sugiere que a los estudiantes se les debe orientar más hacia un uso responsable de las sustancias, y no solo con programas que solo contemplen la abstinencia, puesto que es una realidad que los adolescentes tienen exposición a las drogas en diferentes ámbitos de su vida, y constantemente están tomando decisiones sobre consumir o no en múltiples contextos. Por esa razón, sugiere dos metodologías: la primera, educación de pares (en la que los estudiantes dirigen el programa); la segunda, educación confluyente (en la que información educativa se mezcla con



experiencias de la vida personal de los estudiantes) como dos métodos efectivos para la educación en drogas.

La segunda conclusión es que el análisis de las problemáticas por niveles (personal/comunidad/sociedad) refleja una concepción del problema y, por ende, abre los caminos para contribuir a una solución. Se debe destacar la importancia de ver el consumo de drogas como un problema comunitario, ya que no solo es el individuo agente de la solución, sino que, como lo reflejan los mapas que hicieron los estudiantes, el barrio tiene problemas de seguridad y accesibilidad a las drogas; de esa manera, la solución involucra a la colectividad y a un trabajo interinstitucional.

Sobre esto, Sampson y Groves (1989) han definido la desorganización social como la «inhabilidad de la estructura de una comunidad para realizar valores comunes de sus residentes y mantener control social efectivo» (p. 277). Esto se puede medir a través de la prevalencia e interdependencia de las redes sociales de una comunidad, que pueden ser formales (como la participación organizada) o informales (relaciones o amistades del barrio). También el grado de supervisión colectiva que tiene una comunidad sobre los problemas locales. En este estudio, en todos los colegios, los estudiantes dibujaron acceso a drogas dentro y fuera de las instalaciones, lo que evidencia disponibilidad de sustancias psicoactivas. Además de mencionar problemáticas, como robos y golpes que incrementan el grado de incertidumbre y el sentimiento de vulnerabilidad y, en un caso particular, las muertes frente al colegio.

El estudio de Winstanley *et al.* (2008) analizó los datos de la encuesta nacional de uso de drogas y salud de Estados Unidos de los años 1999 y 2000, con un total de 38 115 datos de adolescentes entre los 12 y los 17 años, y encontraron que al controlar variables individuales y familiares, la desorganización social del barrio estaba positivamente asociada con el uso de drogas y alcohol. Lo anterior muestra que la desorganización social y la exposición a drogas incrementan el riesgo de consumo y son temas que deben abordarse desde la comunidad. Al revisar la perspectiva de los estudiantes sobre las entidades que deberían intervenir en la solución, se pudo evidenciar la importancia que tiene el colegio dentro de estas problemáticas, y también la falta de control que existe actualmente sobre la distribución de drogas al interior de los establecimientos.

Esto conduce a una limitación del actual estudio y es que no se incluyeron las voces de otros actores, como las familias, los docentes y las diferentes entidades de salud y fuerza pública para abordar múltiples perspectivas y entender en qué puntos hay falta de información o se presenta descoordinación institucional. Habría sido interesante contar con mapas cartográficos y escuchar cómo se concebían las causas y los efectos de las diferentes problemáticas. Carreter, Castillo, Ródenas, Gómez, Bermejo y Villar (2011) realizaron un estudio cualitativo sobre el consumo de drogas en adolescentes en España y en este incluyeron la visión de los padres, profesores y trabajadores de salud, y encontraron que los estudiantes no recurren a los médicos



para consultar información sobre drogas ni tampoco lo discuten con sus padres. Sin embargo, en los colegios existían tutorías sobre drogodependencias y esta actividad estaba bien valorada por los estudiantes; la enfermera participante era quien recibía las dudas sobre el consumo de drogas. Lo anterior muestra la importancia de contar con un espacio educativo para que los estudiantes logren obtener información precisa y tengan mejores herramientas para tomar decisiones.

Por otro lado, Padrós (2014) plantea un modelo dialógico para prevenir la violencia escolar en el que se hacen comités mixtos y asambleas para que los miembros de una comunidad discutan los problemas más relevantes. En su investigación, cada mes, docentes, padres de familia, estudiantes y otros miembros de la comunidad asisten a reuniones con el fin de identificar problemas, y hablar y plantear nuevas reglas comunitarias que permitan a los niños tener espacios más seguros. Estas metodologías inclusivas, en las que todos los actores tienen igual voz y responsabilidad, servirán para sensibilizar y llegar a cambios colectivos, como es el caso de los colegios que participaron en esta investigación, en los que el acceso y consumo de drogas es parte de la vida del barrio.

Siguiendo a Flick (1992), se trianguló la información recolectada de forma cuantitativa y cualitativa y se notaron complementos y contradicciones que enriquecieron la investigación. Por un lado, se debe aclarar que la prueba FRIDA se centra más en medir riesgos a nivel familiar y de relaciones con pares o amigos, así que mediante la cartografía social se recolectó información sobre el entorno físico inmediato, lo cual fue crítico para contrastar la percepción del acceso a las drogas. Por ejemplo, se encontró que en FRIDA el nivel de acceso a drogas fue de 3.8 para drogas ilegales dentro de la escala, con cierta dificultad (3) y difícil (4); sin embargo, como se vio en los mapas, las drogas están dentro y fuera del colegio, con acceso directo. Esto sería un ejemplo de que los estudiantes respondieron de acuerdo con la deseabilidad social, reportaron un nivel bajo de acceso por miedo a lo que otros pudieran percibir de ellos. No obstante, lo importante aquí es que se logró entender su contexto; también, mostrar que la educación sobre prevención de consumo de drogas es relevante para esta población y que va más allá de los individuos. Es un problema comunitario que debe ser intervenido por varios agentes.

De otra parte, en FRIDA, como en la investigación cualitativa, se encontró la falta de espacios recreativos y el riesgo asociado a la ausencia de actividades protectoras. Se sugiere —entonces— considerar alternativas lúdicas para los estudiantes; de esta forma se contribuirá a desarrollar hábitos saludables para minimizar el riesgo al consumo. Dentro de las limitaciones se encuentra que faltó profundizar más en la vida social de los estudiantes, la influencia de pares y amigos, y evaluar la pertinencia de un programa que se enfoque en el fortalecimiento de habilidades sociales.

En tercer lugar, se destaca la percepción de los estudiantes sobre la clase de biología como fuente de información para la educación sobre el consumo de drogas;

esto sugiere trabajar de la mano con docentes para no solo proveer información, sino para desarrollar en los estudiantes toma de decisiones acertadas y aumentar la percepción del riesgo. Por otro lado, no sobra volver a nombrar la importancia de mejorar la seguridad en los colegios, entender que los lugares ocultos o poco vigilados son aquellos donde se presenta microtráfico de drogas, y esto evidentemente merece una intervención urgente.

En cuarto lugar, como lo demostró el informe cuantitativo, se necesita vincular y trabajar de la mano con las familias para concientizarlas sobre los problemas asociados al consumo de drogas parentales y el fomento de hábitos saludables. Finalmente, también es una oportunidad para que las instituciones educativas trabajen con las entidades de salud para encontrar recursos que apoyen y ayuden a minimizar el riesgo de consumo.

Tabla 1. Media global para los factores FRIDA e índice de vulnerabilidad global

<b>Factor</b>	<b>M</b>	<b>(DS)</b>	<b>Escala de riesgo FRIDA*</b>
Reacción de la familia ante el consumo	11,96	(4,61)	Moderado alto
Grupo de amigos	9,79	(3,93)	Moderado bajo
Acceso a las drogas	9,86	(4,22)	Moderado bajo
Riesgo familiar	6,91	(4,34)	Moderado bajo
Educación familiar en drogas	7,24	(5,25)	Moderado bajo
Actividades protectoras	11,37	(3,99)	Moderado alto
Estilo educativo	10,51	(4,48)	Moderado alto
Índice de vulnerabilidad global	11,34	(3,76)	Moderado alto

Fuente: elaboración propia a partir de Secades et al. (2006)

Nota. La escala FRIDA sitúa puntajes así: entre 1 y 6: *bajo*; entre 7 y 13: *moderado*; y entre 14 y 20: *alto*.

Tabla 2. Media por colegio de factores FRIDA

<b>Factores FRIDA</b>	<b>Colegios</b>			
	<b>Colegio Bravo Páez</b>		<b>Colegio San Bernardino</b>	
	M	(DS)	M	(DS)
Reacción de la familia ante el consumo	13,52	(3,63)	11,98	(5,05)
Grupo de amigos	10,86	(3,27)	9,98	(3,60)

Continúa

Factores FRIDA	Colegios			
	Colegio Bravo Pérez		Colegio San Bernardino	
	M	(DS)	M	(DS)
Acceso a las drogas	10,00	(4,63)	9,45	(3,69)
Riesgo familiar	8,66	(4,62)	5,79	(4,13)
Educación familiar en drogas	8,93	(5,08)	6,43	(5,16)
Actividades protectoras	11,55	(4,09)	10,77	(3,88)
Estilo educativo	11,17	(4,54)	10,96	(4,59)
Índice de vulnerabilidad global	12,83	(3,14)	11,13	(3,54)

**Fuente:** elaboración propia a partir de Secades *et al.* (2006)

*Nota.* La escala de FRIDA sitúa puntajes de como «bajo», 7 a 13 «moderado», 14 a 20 «alto».

Tabla 3. Resultados Prueba T para relación entre género y factores de riesgo FRIDA

Factor	P	Hombres		Mujeres	
		M	(DS)	M	(DS)
Riesgo familiar	0.014<sup>2>*	6.14	(3.61)	7.59	(4.82)
Educación familiar en drogas	0.084~	6.55	(4.45)	7.77	(5.76)
Actividades protectores	0.009<sup>2>**	10.71	(3.69)	12.13	(4.05)

Fuente: elaboración propia a partir de Secades *et al.* (2006)

\*\*p<0.01 y <sup>2</sup>p<0.05, ~p<0.1

Tabla 4. ANOVA de 1-vía para colegio y riesgo familiar

	Colegio Bravo Páez	Colegio San Bernardino	Colegio La Gaitana	P
Riesgo familiar	8.66 <sup>a+</sup>	5.79 <sup>a</sup>	6.00	0.033*

Fuente: elaboración propia

Nota. Las diferencias son estadísticamente significativas cuando comparten el mismo subíndice, **pero** solamente la mayor tiene un signo más (ej.: <sup>a+</sup>, <sup>a</sup>).

\*\*\* p<0.001, \*\*p<0.01 y \*p<0.05, ~p<0.1

Tabla 5. Resultados Prueba T para relación entre edad y factores de Riesgo FRIDA

Factor	P	<14 años		>= 14 años	
		M	(DS)	M	(DS)
Reacción de la familia ante el consumo	0,093~	10,75	(5,09)	12,17	(4,49)
Grupos de Amigos o Iguales	0,000***	7,50	(3,81)	10,24	(3,80)
Índice Global de Vulnerabilidad	0,070~	10,3	(3,93)	11,52	(3,70)

Fuente: elaboración propia a partir de Secades *et al.* (2006)

Nota. En los tres casos se asumen varianzas iguales.

\*\*\***p<0.001**, \*\*p<0.01 y \*p<0.05, ~p<0.1.

Tabla 6. ANOVA de 1-vía para relación entre rendimiento académico y factores de riesgo FRIDA

Factor	Sobresaliente	Notable	Bien	Aprobado	Suspense	P
Reacción de la familia ante el consumo	10,03 <sup>a</sup>	11,92	12,57	11,71	13,03 <sup>a+</sup>	0,079~
Grupo de amigos o iguales	8,03 <sup>b</sup>	9,53	10,13	9,80	11,57 <sup>b+</sup>	0,005**
Estilo educativo	8,45 <sup>c</sup>	10,94	10,67	10,73	11,51 <sup>c+</sup>	0,065~
IVG	9,32 <sup>d</sup>	10,97	11,83	11,76	12,54 <sup>d+</sup>	0,004**

Fuente: elaboración propia a partir de Secades *et al.* (2006)

Nota. Las diferencias son estadísticamente significativas cuando comparten el mismo subíndice, pero solamente la mayor tiene un signo más (ej.: a+, a).

\*\*\***p<0.001**, \*\* p<0.01 y \*p<0.05, ~p<0.1.

Tabla 7. Resultados de ANOVA Unidireccional para tipo de familia y factores e IVG FRIDA

Factor	Ambos Padres madre o sólo		Otras Familiares		Ambos Padres/ Abuelos o tíos		Ambos Padres/ Abuelos o tíos/ Familiares		Padre o madre sólo/ Otros familiares		Padre o madre sólo/ Abuelos o tíos familiares		P
	Padre o madre o sólo	Abuelos o tíos	Familiares	Otras personas	Ambos Padres/ Abuelos o tíos	Padres/ Abuelos o tíos	Padre o madre sólo/ Otros familiares	Ambos Padres/ Abuelos o tíos/ Familiares	Padre o madre sólo/ Otros familiares	Padre o madre sólo/ Abuelos o tíos familiares	Padre o madre sólo/ Otros familiares	Padre o madre sólo/ Abuelos o tíos familiares	
Riesgo Familiar	8,05a+	5,26a	5,88	6,20	8,15	6,13	7,50	7,94	9,00	3,88	12,00	5,60	0,017*

Fuente: elaboración propia a partir de Secades et al. (2006)

Las diferencias son estadísticamente significativas cuando comparten el mismo subíndice, pero solamente la mayor tiene un signo más (ej.: a+, a). \*p<0.05

Tabla 8. Modelo de las variables que mejor explican el índice de vulnerabilidad global

Factores	R	R-cuadrado		R-cuadrado corregido		Error Tip. de la estimación
		B	Error Típ.	Beta	T	
Reacción de la familia ante el consumo	0,94	0,247	0,022	0,303	11,212	0,000***
Grupo de amigos o iguales		0,235	0,028	0,246	8,511	0,000***
Acceso a las drogas		0,165	0,025	0,185	6,705	0,000***
Riesgo familiar		0,138	0,022	0,160	6,200	0,000***

Continúa

R	R-cuadrado		R-cuadrado corregido		Error Tip. de la estimación
	B	Error Tip.	Beta	T	
0,94	0,884 (88,4%)		,0880 (88%)		1,303
Modelo general	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		P
Factores					
Educación familiar en drogas	0,105	0,021	0,147	5,047	0,000***
Actividades protectoras	0,253	0,027	0,269	9,389	0,000***
Estilo educativo	0,148	0,026	0,177	5,718	0,000***

Fuente: elaboración propia a partir de Secades et al. (2006)

\*\*\*p<0.001



Tabla 9. Hallazgos del taller de cartografía social en las tres instituciones participantes

Categorías globales	Categorías organizativas según tema					
	Origen del problema	Calidad de vida	Efectos a futuro en el barrio	Instituciones responsables	Rol de la escuela	Rol de la clase de biología
Individual/ familiar	Ausencia de habilidades sociales. Creencias justificadoras. Problemas intrafamiliares.	Salud psicológica. Efecto intrafamiliar. Proyecto de vida.	Visión fatalista.	La familia (segunda institución más nombrada). 'Uno mismo' (categoría menos nombrada).	Inactivo. Informar y educar	Fuente de información: cuerpo humano, peligros y drogas. Diferenciar entre lo bueno y lo malo. Nada.
Comunidad o barrio/ escuela	Inseguridad y presencia de vendedores de droga. Convivencia en la escuela y falta de espacios de recreación.	Seguridad y vida en el barrio.	Visión optimista implica la participación de todos o la comunidad. Reputación del barrio.	Colegio (primera institución más nombrada).	Un canal para encontrar soluciones.	
Social	Falta de información, de control, de oportunidades, existencia de pobreza.			Entidades gubernamentales y fuerza pública (tercera institución más nombrada).	Supervisar y trabajar con las autoridades.	

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO II

# Efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso: una propuesta de ciencia en contexto, fundamentada en el marco de la EpC

Darío Armando Rojas López<sup>1</sup> y John William Barreto Cárdenas<sup>2</sup>

*“La escuela enseña la ubicación de los ríos, pero jamás explica la importancia del agua. Somos un baúl repleto de contenidos, pero vacío de contexto. De ahí nuestra dificultad para aplicar el conocimiento en la realidad”.*

Rodolfo Llinás

Este capítulo presenta una investigación que tuvo como objetivo aportar a la comprensión del tópico generativo *Efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso*, que tomó como eje problémico el contexto de 35 estudiantes pertenecientes al curso 904 del colegio La Gaitana IED. Se llevó a cabo bajo la metodología de la investigación-acción, en los siguientes cinco bucles de la autorreflexión: primer bucle, incluye la introducción al marco conceptual de la EpC, en el cual los estudiantes conocieron el enfoque didáctico de enseñanza para la comprensión; el segundo bucle aborda la identificación y utilización de un contexto relevante, en el que los estudiantes comprendieron y reafirmaron las razones por las que era pertinente llevar a cabo una investigación sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso; el tercer bucle explica el papel del contexto en la secuencia de enseñanza y aprendizaje, a través de este se caracterizaron las concepciones que los estudiantes tienen sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa*; para esto, se eligió la pregunta que representaba el papel del contexto y se determinó la estrategia de enseñanza y aprendizaje que permitió resolverla. El cuarto bucle,

1 Licenciado en Biología. Proyecto Curricular: Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: rojas.dario36@gmail.com

2 Docente de ciencias naturales y educación ambiental. Colegio La Gaitana IED. Correo electrónico: jwbarretoc@unal.edu.co

por su parte, se refiere al contexto y selección de los tópicos generativos. En este, se eligieron los que eran necesarios para resolver el problema planteado en el contexto. Finalmente, el quinto bucle está relacionado con el contexto y la evaluación del aprendizaje. Mediante este último, se comprobó el nivel de comprensión adquirido por los estudiantes a través del proyecto final de síntesis.

## Introducción

Las políticas educativas insisten en la necesidad de promover una educación que aporte a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y analíticos, que fortalezcan el avance científico y tecnológico nacional orientado al mejoramiento cultural, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país mediante la formación para la promoción, prevención y preservación de la salud (Ley N.º 115, 1984); es decir, invitan a comprender la propia situación de los niños y de los jóvenes y, desde allí, a construir propuestas contextuales que contribuyan a su desarrollo.

De la misma manera, las investigaciones en el campo de la enseñanza y el aprendizaje señalan la necesidad de lograr una alfabetización científico-biológica en los estudiantes, que posibilite la aprehensión, comprensión y aplicabilidad de los conocimientos biológicos funcionales e integrados a la vida cotidiana, para que puedan actuar de forma correcta ante su realidad sociocultural y sus problemáticas (Cañal, 2004), puesto que el aprendizaje de la biología también incluye formar ciudadanas y ciudadanos críticos, capaces de resolver problemas y tomar decisiones que involucren a toda una comunidad (Jiménez, 2003).

Sin embargo, pese a lo antes planteado, la lógica positivista, tal como la han ido transmitiendo los libros de texto al servicio de una enseñanza memorística, muestra la ciencia como la acumulación de conocimiento incorporado en un determinado marco teórico, en el que la racionalidad es absoluta y el conocimiento científico es universal y ahistórico. Por ello, es pertinente crear propuestas docentes contextuales que cambien esta imagen distorsionada que se ofrece a menudo, de modo que la ciencia deje de ser un conocimiento elitista, sin relación con sus aplicaciones y sin compromiso con la sociedad (Chamizo y Izquierdo, 2005). De esta manera, será posible reconocer que los conceptos científicos surgen de situaciones problemáticas y, por lo tanto, requieren de una situación real para aplicarse (Blanco, España y Rodríguez, 2012), como la propia cotidianidad de los estudiantes, para mejorar el interés por su aprendizaje y para que desarrollen sus conocimientos (Cañas y Martín-Díaz, 2010).

A propósito de la cotidianidad de los estudiantes, el consumo de *Cannabis sativa* llamó la atención en los jóvenes, ya que actualmente es considerado un problema de salud pública debido a su incremento (Gobierno Nacional de la República de Colombia, 2014). Por tal razón, se optó por relacionarlo con la enseñanza y el aprendizaje del sistema nervioso en el curso 904 del colegio La Gaitana IED. Esto obedeció

a dos motivos: primero, para evitar caer en el ejercicio en el que se describen las partes del sistema nervioso con sus respectivas funciones sin vincular realmente estos conceptos a la propia vida y, segundo, para generar un impacto en los estudiantes de este curso que contribuya a la prevención o que, al menos, genere una toma de decisiones responsable frente a esta problemática.

Así, surgió el problema de investigación: ¿cómo aporta la enseñanza del sistema nervioso a partir del contexto de los estudiantes del curso 904 a la comprensión del tópico generativo, *Efectos del consumo de Cannabis sativa*?

Para tal efecto, se planteó como objetivo general aportar a la comprensión del tópico generativo *Efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso*, se tomó como eje problémico el contexto de los estudiantes del curso 904 del colegio La Gaitana IED y se propusieron como objetivos específicos: diseñar y aplicar una unidad didáctica sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso a través de la espiral de autorreflexión de la investigación-acción y, así, construir un conjunto de matrices que evaluara el nivel de comprensión adquirido por los estudiantes en cada una de las dimensiones, por medio del marco teórico de enseñanza para la comprensión.

## Referentes teóricos

Enseguida se muestran algunos referentes teóricos de tres aspectos importantes que, en su conjunto, lograron abordar de una manera más eficiente este problema, como las acciones de pensamiento que señalan los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Sociales (2004), relacionadas con el aprendizaje del sistema nervioso y las sustancias psicoactivas en los grados octavo y noveno. Del mismo modo, los aportes de las investigaciones en el área de la didáctica de la biología encaminadas a crear propuestas sobre la enseñanza de la ciencia en contexto y, a su vez, el enfoque didáctico de enseñanza para la comprensión, empleado en la institución para la enseñanza de las ciencias.

## Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Sociales

Teniendo en cuenta que, según el Ministerio de Educación Nacional (2004), los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Sociales son criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender los estudiantes y que, además, constituyen una herramienta para que cada institución pueda reflexionar en torno a su trabajo con el fin de promover prácticas pedagógicas creativas que incentiven el aprendizaje de sus estudiantes, se presentan los estándares de competencias correspondientes al conjunto de los grados octavo y noveno, junto con las acciones de pensamiento que se eligieron porque se relacionaban con el aprendizaje del sistema nervioso y las sustancias psicoactivas (tabla 1)<sup>3</sup>.

---

3 Las tablas del capítulo III se pueden encontrar al final de este.

## Ciencia en contexto

La palabra contexto proviene del latín *contextus* que, según el Diccionario de la Lengua Española (2014), se refiere al «entorno lingüístico del cual depende el sentido y el valor de una palabra, frase o fragmento considerados o al entorno físico o de situación; ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole en el cual se considera un hecho» (DRAE, 2014).

En lo que se refiere a contextualizar la ciencia, esto significa relacionarla con la vida cotidiana, actual y futura de los estudiantes (Caamaño, 2005), cuyo contexto, propiamente dicho, es el análisis de una situación o problema complejo, relevante socialmente y perteneciente a su entorno. A su turno, esta situación o problema, a partir de su estudio, permite que se vayan modelando conceptos necesarios para comprenderla y para tomar decisiones; así, se interrelacionan y se organizan junto con las experiencias y el nuevo lenguaje que se va produciendo alrededor de modelos teóricos claves de la ciencia (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Estas situaciones, planteadas como contextos, incluyen problemas que pueden afectar a los estudiantes en tres niveles: como individuos, como miembros de una comunidad local o como ciudadanos del mundo (Gutiérrez, 2006). Lo que tienen en común es que todos estos exigen un análisis y una toma personal de decisiones en la que son importantes los conocimientos científicos, las habilidades, las actitudes, los valores, la disposición para la acción, etc. En este sentido, de acuerdo con Blanco et al. (2012), para el desarrollo de propuestas sobre ciencia en contexto se debe prestar atención a determinados aspectos, tanto en el diseño como en el desarrollo de las unidades didácticas. Por ejemplo, se debe identificar y utilizar un contexto relevante en la vida diaria (en los ámbitos personal, social o global), que dé la posibilidad de producir un conocimiento suficientemente general y significativo, desde la perspectiva de la ciencia. Y que también sea útil para interpretar los hechos relacionados con el mismo conocimiento y con muchos otros, además de formar parte del entorno cultural de los estudiantes para captar el interés por comprenderlo y explicarlo (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Es importante elegir el papel del contexto en la secuencia de enseñanza y aprendizaje, porque puede tener la función de ser un elemento motivador al comienzo de la enseñanza o la función de ilustración. O bien, puede representar el papel de eje central que guíe y estructure la secuencia de enseñanza y aprendizaje, lo que lleva al planteamiento de problemas o situaciones problemáticas. Por lo tanto, en la fase inicial de la secuencia de enseñanza, es necesario situar a los estudiantes en el contexto de trabajo, llamar su atención sobre el problema que se plantea y poner de manifiesto sus ideas previas. Luego, en la fase final de la unidad, tienen que responder de forma justificada al problema propuesto, lo que les posibilitará aplicar los conocimientos tratados y valorar en qué medida estos les ayudan a tomar decisiones responsables (Blanco et al., 2012).

Es conveniente que, después de establecer el contexto como eje de la secuencia —con su correspondiente situación problemática—, se seleccionen los conocimientos de ciencia y sobre la ciencia, capacidades y actitudes que son necesarios para resolver el problema planteado (OCDE, 2006).

Se debe llevar a cabo la evaluación del aprendizaje, una actividad para comprobar el nivel de conocimiento adquirido. Esta debe estar constituida como un ejercicio de aplicación en el que los estudiantes se enfrenten a situaciones problemáticas del contexto, diferentes a las que se han utilizado en la enseñanza (Sanmartí, 2009).

### *Enfoque didáctico enseñanza para la comprensión (EpC).*

Comprender se define como la habilidad de pensar y actuar en consideración de lo que uno sabe, es decir, aprender a desempeñarse flexiblemente. En cambio, la enseñanza para la comprensión es un tipo de constructivismo que pone el énfasis en crear un repertorio de desempeños de comprensión que le permiten a uno avanzar en relación con un tema (Perkins, 1999).

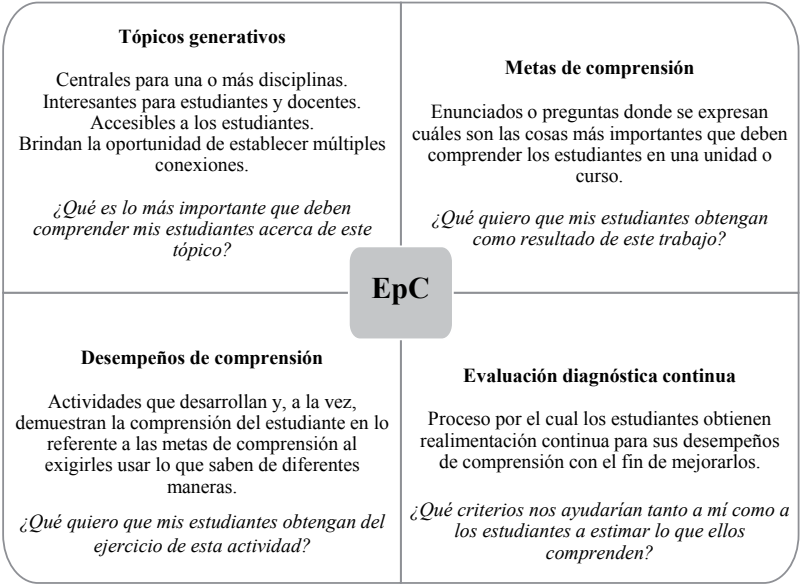
Esta postura aleja a los docentes del papel de informadores y examinadores y los ubica más en el de facilitadores de aprendizajes y entrenadores de habilidades. Su desafío es trazar la coreografía de experiencias que constantemente amplíen los repertorios de desempeños de comprensión de los estudiantes y, por lo tanto, su comprensión. Esta visión de la enseñanza se alinea con diversas concepciones pedagógicas contemporáneas, incluidos el aprendizaje cognitivo, la idea de comunidades de investigación y la construcción de una cultura del pensamiento en las aulas (Perkins, 1999). De tal manera, la comprensión siempre entraña invención personal; nunca puede ser simplemente transmitida de un generador a un receptáculo, sino que debe ser construida a partir de la propia experiencia y del trabajo intelectual del estudiante (Stone, 1999). Y como la meta ha sido transformar la visión de la comprensión vinculada con el desempeño, se ha creado un marco conceptual útil para guiar la práctica educativa (figura 1).

Para el enfoque de enseñanza para la comprensión, es importante describir sistemáticamente todas las dimensiones que entran en juego en el proceso de comprender, por ello el marco también ha descrito cuatro dimensiones, las cuales las describe Pogré (2004) como las siguientes:

- **Dimensión de contenidos.** Evalúa el nivel al que han llegado los estudiantes en relación con el conocimiento y contenido del área o disciplina que se va a enseñar, donde los desempeños de comprensión varían desde la versión intuitiva o de sentido común hasta el dominio de esos temas, tal como han sido formulados por los expertos en la disciplina.
- **Dimensión de métodos.** Evalúa la capacidad de los estudiantes para comprender que el conocimiento es una construcción que sigue reglas y pasos riguro-

Los regulados por modelos o paradigmas académicos debatidos y consolidados públicamente dentro de cada comunidad científica, en los que los desempeños de comprensión varían desde que el estudiante pueda identificar y diferenciar opiniones y creencias de lo que es conocimiento validado hasta poder usar estrategias o procedimientos propios de la disciplina y respaldar sus afirmaciones con argumentos racionales o explicaciones coherentes.

Figura 1. Marco conceptual de la enseñanza para la comprensión<sup>4</sup>



Fuente: Blythe y Perkins (2008), modificado por los autores.

- **Dimensión de propósitos.** Evalúa la capacidad de los estudiantes para reconocer los propósitos que orientan la producción de conocimiento y su vinculación a praxis concretas o a intereses o necesidades, donde los desempeños de comprensión dan cuenta de los intereses especiales de cada una de las áreas del saber y el múltiple uso que puede hacerse del conocimiento y sus consecuencias.

4 Es importante mencionar que, además de las metas de comprensión de una unidad individual, existen una o varias metas abarcadoras denominadas «hilos conductores». Estas describen las comprensiones más importantes que los estudiantes deben obtener como resultado del desarrollo de todo un conjunto de unidades individuales. Y, en cuanto a los desempeños de comprensión, describen que puede haber un proyecto final de síntesis en la última etapa, el cual se caracteriza porque se constituye por desempeños más complejos que permiten a los estudiantes sintetizar y demostrar la comprensión lograda durante los desempeños anteriores.



- **Dimensión de formas de comunicación.** Evalúa el nivel en el que los estudiantes comunican aquello que comprenden, en el que los desempeños hacen uso efectivo de sistemas simbólicos, respetan las reglas propias del género elegido para comunicar. Asimismo, tienen en cuenta el contexto y la comunidad concreta a la que dirigen la presentación.

Por otro lado, cada dimensión se relaciona con unos niveles de comprensión que permiten situar el aprendizaje del estudiante, los cuales Boix y Gardner (2008) definen de la siguiente manera:

- **Nivel de comprensión ingenuo.** Está fundamentado en el conocimiento intuitivo porque el estudiante presenta dificultades para relacionar lo que aprende en la escuela con su vida cotidiana. En este nivel, los desempeños no muestran señales de dominio de lo que sabe.
- **Nivel de comprensión de principiante o novato.** El estudiante empieza al destacar algunos conceptos o ideas de la disciplina y establece conexiones simples entre estas, a menudo memorizadas.
- **Nivel de comprensión de aprendiz.** En el que el modo de pensar del estudiante ya es disciplinario, lo cual demuestra un uso flexible de conceptos o ideas. Los desempeños en este nivel evidencian la relación entre conocimiento disciplinario y vida cotidiana, examinan las oportunidades y las consecuencias de usar este conocimiento.
- **Nivel de comprensión de maestría.** Muestra a un estudiante integrador, creativo y crítico que reinterpreta y actúa en el mundo que lo rodea.

## Metodología

Esta investigación se llevó a cabo por dos docentes, a saber, un docente en formación de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y uno de los profesores del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental del colegio La Gaitana IED, bajo el paradigma sociocrítico, específicamente desde la investigación- acción (I-A).

Se eligió dicho paradigma en razón de que ofrece aportes para el cambio social desde el interior de las propias comunidades, da respuestas a problemas específicos presentes por medio de la participación de sus integrantes, se fundamenta en la crítica social con un marcado carácter autorreflexivo, considera que el conocimiento se construye siempre por intereses que surgen de las necesidades de los grupos, y además, pretende lograr la autonomía racional y liberadora del ser humano mediante la capacitación de los sujetos (Alvarado y García, 2008).

La I-A se adoptó como metodología porque es una forma de indagación introspectiva colectiva, emprendida por participantes en situaciones sociales con objeto

de mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas sociales, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en las que estas tienen lugar, lo que la vuelve una propuesta interesante para mejorar los procesos escolares (Kemmis y McTaggart, 1988).

Por otro lado, este tipo de investigación se reconoce como una espiral autorreflexiva de bucles constituidos por cuatro momentos: planear, actuar, observar y reflexionar, y luego, replanificar como base para la solución de los problemas educativos. Según Kemmis y McTaggart (1988), en la planeación –como su nombre lo indica– se desarrolla un plan críticamente informado para mejorar lo que ya está ocurriendo; en la acción, se lleva a cabo una actuación para poner el plan en práctica; en la observación, se examinan los efectos de la acción críticamente informada en el contexto en el que se desarrolla; y en la reflexión, se vuelve la base para una nueva planificación en torno a esos efectos. O, dicho de otra manera, se vuelve una acción críticamente informada posterior para generar otros ciclos sucesivos que, a su vez, serán la fuente tanto de mejora, como de conocimiento.

Dicho lo anterior, se diseñó e implementó la unidad didáctica *Más allá del consumo de Cannabis: ¡Un problema en contexto!* para la comprensión del tópico generativo *Efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso*. El ejercicio se desarrolló durante 16 sesiones de 90 minutos cada una, bajo el enfoque didáctico de enseñanza para la comprensión (EpC), en el curso 904 del colegio La Gaitana IED, ubicado en la localidad de Suba, en Bogotá, Colombia. Contó con la participación de 35 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 14 y 18 años. El contexto de los estudiantes constituyó un elemento fundamental, puesto que fue considerado como el eje problémico que guio y estructuró la secuencia de enseñanza y aprendizaje.

Por consiguiente, fue el hilo conductor elegido para que los estudiantes comprendieran que la ciencia se construye con base en el planteamiento de problemas relevantes –incluso de índole social–, como lo es el consumo de *Cannabis sativa*. Esto con el fin de generar en ellos una toma personal de decisiones a partir de la adquisición de los conocimientos científicos relacionados con los efectos del consumo de esta sustancia.

Para cumplir los objetivos y responder a la pregunta de investigación, se determinaron los siguientes cinco bucles de orden metodológico:

- **Primer bucle.** Introducción al marco conceptual de la EpC, en el cual los estudiantes conocieron el enfoque didáctico de enseñanza para la comprensión.
- **Segundo bucle.** Identificación y utilización de un contexto relevante en el que los estudiantes comprendieron y reafirmaron las razones por las que era pertinente llevar a cabo una investigación sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso.

- **Tercer bucle.** El papel del contexto en la secuencia de enseñanza y aprendizaje, en el cual se caracterizaron las concepciones que los estudiantes tenían sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa*. Aunado a ello, se eligió la pregunta que operó como contexto y se determinó la estrategia de enseñanza y aprendizaje que permitió resolver dicha pregunta.
- **Cuarto bucle.** El contexto y la selección de los tópicos generativos, en estos se eligieron los conocimientos que eran necesarios para resolver el problema planteado en el contexto.
- **Quinto bucle.** El contexto y la evaluación del aprendizaje, en el cual se confirmó el nivel de comprensión adquirido por los estudiantes a través del proyecto final de síntesis.

Estos bucles (figura 2) estuvieron sometidos a los cuatro momentos de la I-A, así:

- Los resultados del diseño de la unidad didáctica *Más allá del consumo de Cannabis: ¡Un problema en contexto!* correspondieron a la planeación. Estos se expresaron en una tabla bajo el marco conceptual de la EpC, que incluyó las metas, los desempeños y la evaluación diagnóstica continua que se tendrían en cuenta para abordar cada tópico o conjunto de tópicos generativos que integraban a un bucle.
- Los resultados de la aplicación de la unidad didáctica *Más allá del consumo de Cannabis: ¡Un problema en contexto!* correspondieron a la acción. Estuvieron representados en una descripción general de las actividades que se implementaron en cada uno de los 10 tópicos generativos abordados.
- Los resultados de la construcción de cada una de las matrices que evaluaron el aporte del contexto a los niveles de comprensión adquiridos por los estudiantes en cada una de las dimensiones correspondieron a la observación. Para sistematizarlos, con base en el hecho de que los instrumentos no son estandarizados en la indagación cualitativa (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En cada tópico se determinó cuál sería el que permitiría la recolección de datos –como documentos, grabaciones de clase, etc.– y se definió si se emplearía en cada uno de los 35 estudiantes o en cada uno de los 9 grupos de investigación que se conformaron a partir del segundo bucle.

Cuando el instrumento de recolección de datos se empleó para cada estudiante, se aplicó un análisis cuantitativo bajo la fórmula estadística propuesta por Martínez (2007):

$$\% = \frac{\text{N de estudiantes por nivel de comprensión}}{\text{N total de estudiantes}} * 100$$

**Fuente:** Martínez (2007)

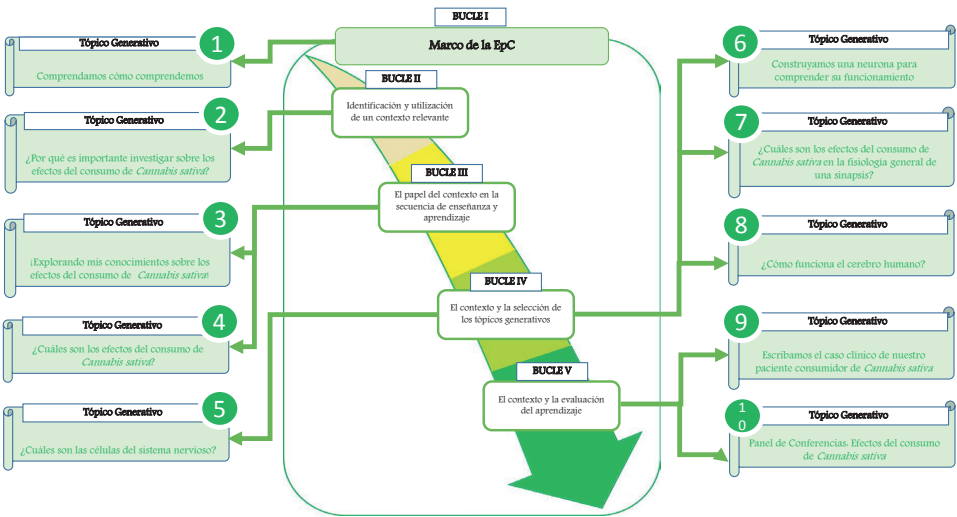
Mientras que, al emplear el instrumento de recolección de datos para todos los grupos de investigación, cada uno de estos se tomó como una entidad. Esto es, como un conjunto de personas ligadas entre sí por una meta y se aplicó un análisis cuantitativo bajo la siguiente fórmula estadística (Hernández, Fernández y Baptista, 2010):

$$\% = \frac{N \text{ de grupos de investigación por nivel de comprensión}}{N \text{ total de grupos de investigación}} * 100$$

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, las dos fórmulas permitieron hacer un análisis porcentual de los niveles –ingenuo, novato, aprendiz, maestría– alcanzados por toda la población para cada dimensión de la comprensión –contenidos, métodos, propósitos, formas de comunicación–. Además, se complementó con un análisis de contenido de los datos textuales más representativos a fin de extraer significados relevantes, respetando su propia naturaleza (Sagastizabal y Perlo, 2006).

Figura 2. Esquema general del diseño y aplicación de la unidad didáctica Más allá del consumo de Cannabis: ¡Un problema en contexto! (Rojas y Barreto, 2015)



Fuente: Rojas y Barreto (2015)

Al confrontar los hallazgos arrojados por el examen cuantitativo y el análisis de contenido que estaban relacionados con el aprendizaje de los estudiantes con marcos de referencia coherentes, se llevó a cabo el momento de la reflexión.

Estos resultados permitieron que cada bucle se volviera una acción críticamente informada para generar los otros ciclos sucesivos. A su vez, fueron la fuente de

mejora y de conocimiento porque evaluaron el aporte del contexto cuando este se constituyó en el eje problémico del aprendizaje.

## Resultados y discusión

En atención a las consideraciones expuestas en la metodología y de acuerdo con los momentos de la I-A, se presentarán de forma detallada los resultados que se obtuvieron en la planeación, acción, observación y reflexión de cada uno de los cinco bucles, a saber: introducción al marco conceptual de la EpC; identificación y utilización de un contexto relevante; el papel del contexto en la secuencia de enseñanza y aprendizaje; el contexto y la selección de los tópicos generativos y el contexto y la evaluación del aprendizaje.

### Primer bucle. Introducción del marco conceptual de la EpC

Teniendo en cuenta que la EpC busca que cada uno de los elementos que constituyen un determinado tópico sean públicos, es decir, que todos en la clase los conozcan y comprendan, era necesario que los estudiantes se relacionaran con su marco conceptual antes de desarrollar la temática en cuestión (Blythe, Bondy y Kendall, 2008). Por ello, se inició con este tópico generativo (tabla 2), llevado a cabo en dos sesiones.

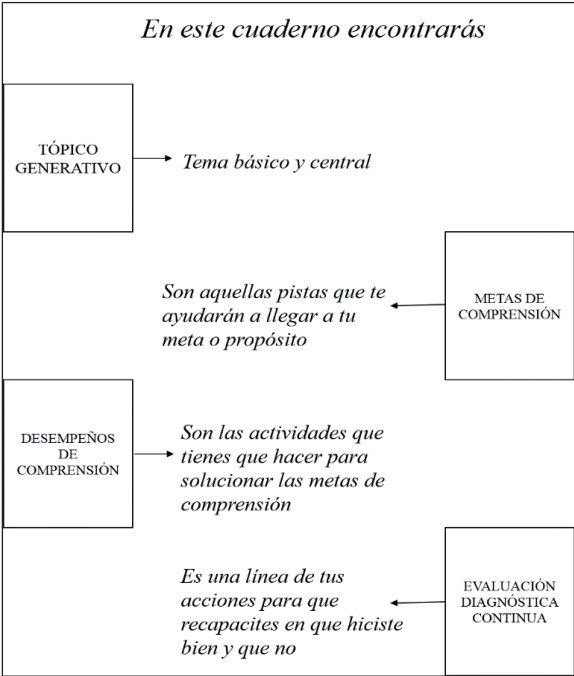
En la primera sesión, junto con los estudiantes, se creó un relato denominado *La historia de Pablito*, inspirado en la cotidianidad de un joven del colegio La Gaitana IED.

Luego, se propusieron las preguntas orientadoras para cada uno de los elementos de la EpC (figura 3), pero en relación con Pablito (ejemplo: ¿qué es lo más importante que debe comprender Pablito?). A partir de estas, los estudiantes dieron algunas respuestas con base en la historia (ejemplo: ¡lo importante no son las zapatillas o Andrea, lo importante es que él cambie como persona!).

En la segunda sesión, después de haber establecido algunas respuestas que aportarían a la comprensión de las preguntas, se reflexionó con los estudiantes sobre la importancia de contestarlas, definir las y consignarlas clase tras clase, pero en relación con su aprendizaje. A cada una se le atribuyó el elemento de la EpC correspondiente (ejemplo: Cuando nos hagamos la pregunta: ¿qué es lo más importante que debemos comprender?, nos referiremos a los tópicos generativos...).

Posteriormente, cada estudiante diseñó un esquema explicativo (como el que se muestra en la figura 3), en el que definió de manera formal los principales componentes del marco de la EpC. En este proceso, se tuvo en cuenta que este esquema debía hacerse de forma creativa para que lograra ser la presentación del nuevo diario de campo que portarían. Este diario era un cuaderno que permitiría la recolección de información sobre la investigación que realizarían y que serviría como guía para otros estudiantes que después recurrieran a su trabajo.

Figura 3. Esquema explicativo de los elementos de la EpC (Estudiante O.Q. – 16 años)



**Fuente:** O.Q. (Comunicación personal, 2 de mayo, 2014)

Paso seguido, cada estudiante evaluó la claridad del esquema explicativo de un compañero, en consideración de que las definiciones de cada uno de los elementos de la EpC fueran correctas. De acuerdo con este criterio, otorgó una nota apreciativa con una pequeña reflexión de lo que se podía mejorar.

Por último, como parte inicial de exploración de las concepciones de los estudiantes en relación con el consumo de sustancias psicoactivas, se les solicitó que hicieran, individualmente, una lista de las sustancias psicoactivas que ellos consideraran como las más conocidas en su colegio, debían empezar con la más relevante hasta la menos conocida.

Según los desempeños trabajados, se establecieron los niveles de la comprensión para este tópico en las dimensiones de métodos, propósitos y comunicación (tabla 3) y se optó por analizar el esquema que realizó cada uno de los estudiantes para explicar los elementos del marco de la EpC como instrumento de recolección de datos.

De acuerdo con la información cuantitativa suministrada por la matriz 1 (tabla 3) –y teniendo en cuenta a los estudiantes que no aplicaron (22,8 %) porque no presentaron el esquema–, en la dimensión de métodos llamó la atención que los niveles de ingenuo (22,8 %) y principiante (22,8 %) sumaron casi la mitad de la población. Esto indicó que a la mayoría de los estudiantes se les dificultó hacer uso de una variedad

de técnicas para definir la función de los elementos de la EpC y, a su vez, no lograron ver la utilidad del esquema para la construcción de conocimiento confiable.

Este fue el caso de una estudiante que se ubicó en el nivel de principiante, pues aunque hizo el esquema completo, definió mecánicamente los elementos de la EpC y no le dio el carácter de presentación que se requería. Por ejemplo, se refirió a que la evaluación diagnóstica continua es «cuando sacan las notas». O bien, el caso de otro estudiante que quedó en el nivel ingenuo porque, además de hacer un esquema que no definía los cuatro elementos de la EpC abordados, no logró extraer definiciones formales a partir de la historia de Pablito. Por ejemplo, se refirió a los tópicos generativos como «la parte más importante de la historia».

No obstante, hubo una mínima proporción (5,7 %) que se ubicó en el nivel de maestría para esta dimensión. Por ejemplo, el estudiante O. Q. utilizó una buena técnica para construir conocimiento, similar a la que usan los autores de libros de texto mediante el empleo de la frase *en este cuaderno encontrarás* (Figura 3). También explicó cada uno de los componentes de la EpC de manera sencilla, pero en correspondencia con la definición propuesta por Blythe y Perkins (2008) en la Figura 1.

Respecto a la dimensión de propósitos, tuvo mayor porcentaje el nivel de ingenuo (45,6 %), debido a que los estudiantes que no aplicaron en las otras dos dimensiones –por no haber presentado el esquema– se agruparon en esta categoría junto a los que lo hicieron incompleto, porque tenían en común que no habían realizado un buen ejercicio. Por consiguiente, evidenciaban que no eran conscientes de que su diario de campo sería un instrumento de recolección de información y que era muy importante para poder guiar futuras investigaciones. Mientras que los demás se mantuvieron en los mismos niveles de la dimensión anterior, en consideración de que la calidad de los esquemas tenía estrecha relación con la conciencia que cada estudiante tenía respecto a la importancia de su diario de campo.

En el caso de la dimensión de comunicación, más de la mitad del curso se ubicó en el nivel de principiante (54,2 %) y no hubo estudiantes en los niveles de aprendiz y maestría. Lo anterior confirmó que, en general, tuvieron dificultades en crear maneras efectivas y creativas para representar los elementos de la EpC. Un ejemplo de ello es el estudiante O. Q. (figura 3), quien en esta dimensión se ubicó en el nivel de principiante, dado que, aunque consignó información importante sobre los elementos de la EpC, habría podido hacer una presentación creativa con más formas y colores, con lo cual contribuiría a su propósito evidente de vincular a lectores externos.

En torno a estos resultados, más allá de la construcción del esquema explicativo de los elementos de la EpC, se pudo inferir que, en la dimensión de métodos, a los estudiantes se les dificultó utilizar técnicas para la construcción de conocimiento confiable (Boix y Gardner, 2008). Aun así, esta problemática no se presentó solo en esta investigación. Al respecto Unger, Gray, Jaramillo y Dempsey (2008) reportaron

que para sus estudiantes también fue un obstáculo encontrar útiles sus producciones porque sentían que su comprensión estaba construida solo a través de las exposiciones de los docentes, los apuntes, las tareas, prestar atención en clase, los ejercicios, las hojas de trabajo, los interrogatorios y los exámenes. Por eso, se reflexionó sobre la necesidad de que, en los siguientes bucles, los estudiantes fortalecieran el registro de observaciones y resultados por medio de esquemas, gráficos y tablas para lograr que se aproximaran progresivamente al uso de procedimientos utilizados en la construcción de conocimiento confiable (MEN, 2004).

En lo referente a la dimensión de propósitos, los resultados reflejaron que era pertinente insistir en los múltiples usos del conocimiento científico durante varias actividades en los siguientes bucles (Boix y Gardner, 2008). De esta manera, los estudiantes comprenderían que podían ser gestores de herramientas y cuerpos de conocimiento que respondieran a las preocupaciones y necesidades de su comunidad. No solo relacionadas con la construcción de un diario de campo que sirviera como antecedente para guiar otras investigaciones, sino en torno a la problemática del consumo de *Cannabis sativa*.

Y, por último, en la dimensión de comunicación se evidenció que era importante fortalecer la utilización de diferentes sistemas de símbolos en los estudiantes, con el propósito de que logran representar su conocimiento de forma efectiva y creativa (Boix y Gardner, 2008). O bien, en palabras de Cañal (2004), para que aprendieran a desarrollar procedimientos de elaboración y transformación de la información, al resumir, esquematizar, explicar o redactar.

## Segundo bucle. Identificación y utilización de un contexto relevante

Pese a que ninguno de los estudiantes desconocía que el consumo de sustancias psicoactivas constituye una problemática compleja y relevante socialmente, como lo señalan Sanmartí *et al.* (2011), era necesario identificar la pertenencia de la problemática del consumo en el entorno de los estudiantes del curso 904, con el fin de que se pudiera utilizar como elemento principal del aprendizaje del sistema nervioso.

Para cumplir dicho objetivo, se llevó a cabo el tópico generativo 2 (tabla 4) en una sesión. Primero, los estudiantes conformaron nueve grupos de investigación (definitivos para toda la intervención) entre dos y cinco integrantes y les crearon nombres para distinguirlos. Posteriormente, reflexionaron sobre la importancia del trabajo en equipo durante un proyecto y firmaron un contrato como investigadores en el que consignaron explícitamente a lo que se comprometían (tabla 5).

Una vez los estudiantes elaboraron el listado sobre las sustancias psicoactivas que consideraban más conocidas en el colegio, se construyó una tabla que recolectó 32 datos con su respectivo porcentaje, *Cannabis sativa* ocupó el lugar número 1 con el 62 % de frecuencia, bajo el nombre común de marihuana. Este porcentaje la situó



por encima de otras sustancias psicoactivas legales, como el cigarrillo (con un 52 %) y el alcohol (con un 47 %).

Esta tabla se distribuyó en cada uno de los grupos de investigación (mencionando que era producto de lo que ellos habían escrito), para que discutieran, la analizaran y respondieran un cuestionario conformado por una pregunta abierta para contestar grupalmente: ¿por qué es importante investigar sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso?, así como otras dos para contestar individualmente: ¿aprender sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso me serviría para ayudar a alguien? y ¿a quién podría ayudar? Finalmente, se llevó a cabo una discusión general donde todos los grupos presentaron la razón principal por la que era importante abordar este tema desde la clase de biología.

A esta dimensión no se le establecieron niveles de la comprensión específicos, puesto que el contrato que firmaron correspondía a un desempeño para la dimensión de comunicación. Pero, en sentido estricto, esta era una estrategia para que comprendieran que, a pesar de las problemáticas que se pudieran presentar al interior del grupo, debían tener la capacidad de resolverlas.

En ese orden de ideas, se establecieron los niveles para las dimensiones de métodos y propósitos para este tópico (tabla 6) y, a su turno, se eligió la primera pregunta del cuestionario como instrumento de recolección de datos: ¿por qué es importante investigar sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso? Después, los diferentes grupos de investigación expusieron las razones por las que era pertinente investigar sobre este tema.

Los resultados expresados en la matriz 2 (tabla 6) permitieron concluir que, en la dimensión de métodos, los niveles en los que más se ubicaron los grupos de investigación fueron el de aprendiz (55,55 %) y el de maestría (22,22 %). Es decir, que a la mayoría de los estudiantes se les facilitó tomar como referencia la tabla de sustancias psicoactivas más conocidas en su colegio como una posibilidad para construir conocimiento confiable a partir de su entorno escolar sobre el consumo de *Cannabis sativa*. Por ejemplo, el *Grupo de investigación femenino* expresó lo siguiente: «debemos investigar sobre la marihuana porque es la droga que más conocemos, porque la consumen muchos estudiantes» (*Grupo de investigación femenino*, comunicación personal, 16 de mayo, 2014), o el grupo *Investigadores gaitanistas*, que agregó: «se debe investigar porque si tiene 62 % es porque es a la que más acceso tienen los estudiantes ya sea por los amigos del colegio o del barrio o por la familia y aunque saben que es mala la siguen consumiendo» (*Investigadores gaitanistas*, comunicación personal, 16 de mayo, 2014). Este último grupo demostró que también reconocía que era una problemática familiar y barrial, esto es, que trascendía lo escolar para convertirse en una situación de orden social.

En contraste, en la dimensión de propósitos, 8 de los 9 grupos de investigación se ubicaron en el nivel de maestría (88,88 %). Entre las razones que mencionaron,

todos coincidieron espontáneamente en que el tener conocimientos sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana y en la de su comunidad para modificar situaciones y conductas que mejorarían su entorno social. Para citar algunos ejemplos, está el caso del grupo de investigación *Etloite*, que señaló que era importante investigar sobre los efectos de esta sustancia: «porque debemos conocer por qué un individuo que la consume queda en un estado temporal en el que su cerebro se desorganiza y lo hace alucinar para que lo podamos ayudar» (*Etloite*, comunicación personal, 16 de mayo, 2014), o el grupo de investigación *Las neurocientíficas*, que hizo la siguiente reflexión: «porque si conocemos los efectos de la mariguana en el cerebro no consumiremos ninguna porque siempre todos empiezan fumando tomando y después de la mariguana vienen todas las drogas» (*Las neurocientíficas*, comunicación personal, 16 de mayo, 2014).

A la luz de estos resultados, en la dimensión de métodos, los grupos de investigación, en mayor o menor grado, lograron establecer relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados como acciones de pensamiento y su entorno a través de la discusión (MEN, 2004). En efecto, todos, excepto el que se ubicó en el nivel de ingenuo, comprendieron que la *Cannabis sativa* era la sustancia psicoactiva más conocida, probablemente por sus altos índices de consumo. Si bien fueron inferencias basadas en su realidad, coincidieron con el estudio sobre representaciones sociales en jóvenes consumidores y no consumidores de sustancias psicoactivas, realizado también en la ciudad de Bogotá (Sierra, Pérez, Pérez y Núñez, 2005). Según este estudio, el 79,9 % de 1492 encuestados consideró que muchas personas consumían esta sustancia (Sierra *et al.*, 2005). Asimismo, según el reporte del *Estudio nacional sobre sustancias psicoactivas del 2013* (Gobierno Nacional de la República de Colombia, 2014), la edad de inicio del consumo de esta sustancia es en la escolaridad: en promedio, alrededor de los 17,6 años, tanto en los hombres como en las mujeres.

Aunque fue una actividad sencilla, permitió que llevaran a cabo algunos de los procedimientos científicos propuestos por Bannet (2000) para la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. Estos incluyen identificar problemas –en este caso, de su cotidianidad–, analizar e interpretar datos, de acuerdo con la tabla de sustancias psicoactivas, y formular hipótesis de por qué podía ser tan conocida la *Cannabis sativa* en la institución.

De igual manera, los resultados en la dimensión de propósitos indicaron que el consumo de *Cannabis sativa* constituía una situación relevante en la vida diaria de los estudiantes, pues los afectaba como individuos y como miembros del colegio, la familia y el barrio (Gutiérrez, 2006). Muestra de ello fue que la mayoría de los grupos de investigación coincidieron en que tener conocimientos sobre los efectos de esta sustancia en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana

y en la de su comunidad. Esto último se confirmó con los resultados de las otras dos preguntas que conformaron el cuestionario (aplicadas individualmente y de manera anónima), en las cuales el 65 % manifestó que podría ayudar a un amigo, el 15 % a un conocido, el 12 % a un familiar y el 8 % a ella o él mismo si tuviera conocimiento sobre este tema.

Por otra parte, los resultados en esta misma dimensión también evidenciaron que el contexto del consumo de *Cannabis sativa* empezaba a captar el interés de los estudiantes, manifestado en que reconocían que debían aprender sobre el sistema nervioso –específicamente el cerebro– para poder entender sus efectos. Sin embargo, no sería suficiente utilizarlo solo como el elemento motivador al comienzo de la enseñanza y antes del desarrollo de los conceptos científicos, o bien, como ilustración o aplicación de estos una vez tratados (Blanco *et al.*, 2012), ya que este en sí mismo permitiría que, al estudiar los efectos del consumo de *Cannabis sativa*, se abordaran conocimientos científicos como la fisiología de las sinapsis y sus alteraciones; la anatomía del cerebro y su relación con la conducta humana; el sistema nervioso periférico en relación con otros sistemas del cuerpo. Estos conceptos eran necesarios para comprender el contexto del consumo de *Cannabis sativa*, junto con las experiencias y el nuevo lenguaje científico que se iría produciendo.

Por lo anterior, se decidió que el contexto del consumo de *Cannabis sativa* se debía constituir en el eje problémico que guiara y estructurara la secuencia de enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso. Además, se consideró útil porque los estudiantes, al conocer los efectos de esta sustancia, podrían tomar decisiones responsables frente a diversas situaciones relacionadas con esta y su cotidianidad. Sobre todo, porque, en general, se trataba de escolares que permanecían solos durante bastantes horas al día y, precisamente, la falta de atención y supervisión de sus padres o de un adulto responsable los volvía más vulnerables a la posibilidad de tener un contacto directo con situaciones de microtráfico y el uso de varias sustancias psicoactivas, incluida la *Cannabis sativa*.

### Tercer bucle. El papel del contexto en la secuencia de enseñanza y aprendizaje

Como ya se tenía claro que el contexto sería el consumo de *Cannabis sativa*, primero se debían explorar las concepciones de los estudiantes en torno a cuáles consideraban que eran los efectos del consumo de esta sustancia en el sistema nervioso con el fin de poder refinarlas, transformarlas o reemplazarlas y que, de esa manera, logran comprender su entorno (Boix y Gardner, 2008). Y, segundo, se debía plantear una pregunta clave en relación con dicho contexto para que así se convirtiera en el eje problémico que guiara y estructurara la secuencia de enseñanza y aprendizaje (Blanco *et al.*, 2012).

Para ello, se inició con el tópico generativo número 3 denominado *¡Explorando mis conocimientos sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa!*, el cual fue llevado a cabo en una sesión. En este no hubo metas ni desempeños, sino una evaluación diagnóstica que consistió en la aplicación de un cuestionario individual de preguntas abiertas. Este indagó las concepciones de los estudiantes respecto a la definición de sustancia psicoactiva, así como los efectos fisiológicos y socioeconómicos del consumo de marihuana (*Cannabis sativa*) (Rojas y Barreto, 2014).

Luego, se llevó a cabo el tópico generativo 4 (tabla 7) también en una sesión. En este, se eligió la cuestión *¿Cuáles son los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso?*, como pregunta clave del contexto, porque era potencial para ayudar a refinar las concepciones de los estudiantes en relación con este tema e instauraba la necesidad de aprender (Blanco *et al.*, 2012). Asimismo, se determinó la estrategia didáctica que se utilizaría para poder responder esta pregunta de forma justificada.

Dicha estrategia consistió en que cada grupo de investigación evidenciaría los efectos del consumo de esta sustancia por medio de la elaboración de un caso clínico sobre un paciente hipotético consumidor de *Cannabis sativa*, quien pertenecería a su realidad y a la de sus compañeros, amigos y familiares. Este sería el proyecto final de síntesis, con la intención de que en la última etapa se lograra hacer un panel de conferencias que impactaran a la comunidad educativa y que generaran una toma de decisiones responsable frente a esta problemática.

Por lo anterior, mediante una exposición magistral hecha por los profesores, los estudiantes aprendieron cuáles eran las partes de un caso clínico. Así, cada grupo de investigación construyó la primera parte de un caso clínico, denominada descripción de la anamnesis. Esta constituye un «interrogatorio para identificar personalmente al individuo, conocer sus dolencias actuales, obtener una retrospectiva de él y determinar los elementos familiares, ambientales y personales relevantes» (Rodríguez y Rodríguez, 1999, p. 409). Pero no la hicieron a partir de una exploración clínica, sino que crearon a un paciente con síntomas que consideraban propios de un consumidor de *Cannabis sativa*. Es decir, inventaron los datos de identificación del individuo y los motivos por los que podía consultar.

Una vez desarrollados estos dos tópicos generativos, se establecieron los instrumentos de recolección de datos para este bucle: el cuestionario individual sobre las concepciones y la descripción de la anamnesis del paciente consumidor, creada por cada uno de los grupos de investigación.

Respecto a la información recolectada a través del cuestionario, se halló que los detalles que caracterizaban las concepciones particulares de los estudiantes eran muy diferentes (Cubero, 1989). Por consiguiente, se creó un número limitado de posibilidades que se agruparon en categorías que mostraron los patrones relevantes en el aula (tabla 8).

En este sentido, las concepciones más relevantes respecto a la definición de sustancia psicoactiva evidenciaron que los estudiantes la consideraban como una «sustancia que afecta al cuerpo» (62,85 %), como «una droga» (31,42 %) o en menor medida como una «sustancia que afecta al sistema nervioso» (14,28 %). Por su parte, los resultados sobre las concepciones relacionadas con los efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano indicaron que pensaban que esta sustancia «afecta al cerebro» (34,28 %), «las personas pierden el conocimiento» (17,14 %), «hace alucinar» (17,14 %), «se dañan los pulmones» (14,28 %) y «puede dar un paro cardíaco» (11,42 %). Y, por último, con respecto a los efectos que produce a nivel social y económico, dos hicieron referencia a que el consumidor afectaba a la sociedad en la que vivía (*que la persona robe*, 20%; *afecta a la sociedad*, 14,28 %) y una referente a que el consumo de sustancias psicoactivas le afectaba directamente al individuo consumidor (*deja sin plata a la persona*, 11,42 %).

Respecto a la concepción de que una sustancia psicoactiva es la que afecta al cuerpo, los resultados fueron similares a los reportados por Sierra *et al.* (2005), estudio que reflejó que el 61,2 % de los jóvenes consideraba que las sustancias psicoactivas tenían consecuencias negativas para la salud, mientras que las otras dos no se presentaron explícitamente en dicho estudio. Esto permitió inferir que la mayoría de los estudiantes hizo referencia a la afectación del componente físico del cuerpo humano, ya que es lo que reconocen como punto de deterioro directo y lo corroboran en sus contextos cotidianos. También que hicieron alusión al término droga porque es el que se utiliza en el lenguaje coloquial para referirse concretamente a las sustancias psicoactivas. A menudo, de forma aún más concreta, este término se refiere a las drogas ilegales cuya venta o consumo están prohibidos. En contraste, la concepción de que las sustancias psicoactivas son las que afectan al sistema nervioso confirmó que los estudiantes relacionaron a dicho sistema de manera separada de los efectos somáticos que producen dichas sustancias, de modo que el porcentaje fue relativamente bajo (Rojas y Barreto, 2014).

A su vez, estos resultados permitieron concluir que en los siguientes bucles era importante mostrar que el *Cannabis sativa*, al ser una sustancia psicoactiva, también afectaba los procesos mentales, como la cognición. En otras palabras, había que propiciar que los estudiantes refinaran las ideas sobre la afectación del sistema nervioso por el consumo de dicha sustancia.

Por otro lado, las concepciones relacionadas con los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el cuerpo humano permitieron inferir que los estudiantes no hicieron una relación desde el nivel de sistemas al de células y reacciones químicas. Las respuestas quedaron solo a nivel de órganos (cerebro, pulmones y corazón) como partes afectadas por el consumo (Rojas y Barreto, 2014), además de estar solo nombradas de manera nominal y no explicativa. En cambio, las concepciones que se relacionaron con la pérdida del conocimiento y con que la marihuana hace

alucinar fueron similares a las de la investigación de Sierra *et al.* (2005), puesto que la idea más común que los jóvenes manifestaron es que esta sustancia vuelve locas a las personas.

Aun así, llamó la atención que todas estas concepciones se podían considerar como punto de partida para contextualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso. Dado que debían comprender, entre otras cosas, que los consumidores habituales de esta sustancia reducen el volumen de corteza cerebral y sustancia blanca en la corteza orbitofrontal, prefrontal, temporal e en el hipocampo (el cual está relacionado con problemas de aprendizaje, memoria a corto y largo plazo, emociones y toma de decisiones, así como su actividad motora) (Moreno *et al.*, 2014). También que, ante dosis muy elevadas, el cuadro clínico es el de una psicosis tóxica, con alucinaciones, despersonalización y pérdida del juicio de la realidad (Braschi y Santos, 2006). De igual manera, debían entender que, a nivel respiratorio, la respuesta aguda al THC (compuesto activo de la marihuana) origina broncodilatación, incremento de la frecuencia respiratoria y disminución en la capacidad vital (Pratap y Komiyenko, 2012). Igualmente, entre los efectos más constantes sobre el sistema cardiovascular, está un aumento en la frecuencia cardíaca y en la tensión arterial sistólica, lo que puede desencadenar una afección al corazón, según su complejidad (Castelblanco y Peña, 2013).

Por último, las concepciones relacionadas con la afectación del consumidor a la sociedad en la que vive, también mostraron correspondencia con los resultados de Sierra *et al.* (2005), ya que este estudio manifestó que los jóvenes asociaban esta sustancia con el crimen y la violencia. En discordancia, la idea que hizo referencia a la afectación propia del individuo por el gasto de dinero no se presentó como equivalente a dicha investigación, puesto que en la misma no existió registro alguno de esta creencia por parte de la población objeto de estudio.

Aun así, estas concepciones permitieron inferir que probablemente eran relevantes para los estudiantes debido a la cultura de la prohibición, que comúnmente se fomenta en los medios de comunicación o, incluso, en la misma escuela. Esta última ha sido poco eficaz para evitar el consumo, pero sí muy poderosa en el aspecto conceptual o representacional, porque ha contribuido a solidificar una serie de percepciones acerca de las sustancias y sus consumidores, fuertemente arraigadas en los discursos sociales (Slapak y Grigoravicius, 2007). Por ejemplo, al asociar el consumo de drogas ilegales con la inseguridad ciudadana, la violencia, la juventud, la pobreza, el delito, el peligro económico, político, social y moral (Del Olmo, 1992).

No obstante, como esta propuesta no pretendía ser un discurso moralista que criminalizara al consumidor de *Cannabis sativa*, sino que buscaba que los estudiantes tomaran decisiones responsables frente al consumo de esta sustancia al comprender sus efectos en el sistema nervioso, se optó porque más bien se debían refinar las concepciones relacionadas con la afectación individual en los siguientes bucles, pero desde

la perspectiva de la biología. En otras palabras, que los estudiantes comprendieran los mecanismos de la adicción y entendieran cómo el circuito de recompensa desempeña un rol importante en el desarrollo de la dependencia al uso de esta sustancia (Arias, Berdullas, Iraurgi, Llorente, López *et al.*, 2010). Esto con el fin de entender por qué el sujeto tiene y repite conductas de consumo. Así, podían hacer sus propias inferencias respecto a algunos comportamientos relacionados con efectos de orden social, como las prácticas delictivas o la falta de dinero, entre otras.

Ahora bien, en relación con los desempeños trabajados en el tópico generativo 4, a través de la descripción de la anamnesis del paciente consumidor de *Cannabis sativa* –creada por cada grupo de investigación–, se establecieron los niveles de la comprensión en las dimensiones de métodos y comunicación (tabla 9).

A partir de la información cuantitativa suministrada por la matriz 3 (tabla 9), los resultados arrojaron que, para la dimensión de métodos, en el nivel que más se ubicaron los grupos de investigación fue en el de ingenuo (44,44 %). Esto sugirió que a una buena proporción se le había dificultado comprender que debía crear una anamnesis coherente con el consumo de *Cannabis sativa*, de manera que se pudiera construir conocimiento sobre los efectos de esta sustancia en el sistema nervioso. Este fue el caso del grupo de investigación *Etloite*, que inventó un paciente masculino de 17 años, al cual le atribuyó el siguiente motivo de consulta:

El paciente presenta retorcijones estomacales, diarrea masiva, junto con sangrado, también tiene vómito constante y falta de apetito, mareos y dolores de cabeza constantemente. El paciente asegura que lleva unos pocos meses con estos dolores, pero que los mareos y los vómitos son más nuevos que los otros dolores ya dichos... Debido a los síntomas del paciente se deduce que ingirió algún alimento contaminado...  
(Grupo *Etloite*, comunicación personal, 27 de mayo, 2014)

Este relato reflejó que dicho grupo nunca hizo una relación con el consumo de esta sustancia.

Por otro lado, hubo otros 4 grupos que se ubicaron entre principiante (22,22 %) y aprendiz (22,22 %), esto indicó que la descripción de la anamnesis que habían construido aún no recogía suficientes elementos como para considerarla parte de un caso clínico que permitiría construir conocimiento confiable sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso.

Y, finalmente, hubo un grupo de investigación que se ubicó en el nivel de maestría (11,11 %), el *The First Art Cientific*, que creó un paciente femenino de 16 años con el siguiente motivo de consulta:

Joven de edad corta presenta taquicardia, desorientación, falta de coordinación física, a menudo seguidas por depresión, somnolencia, pánico y ansiedad. Consume *Cannabis* hasta el punto que presenta alucinaciones... La paciente presenta desmayos debido al consumo... La madre de la menor presenta cáncer en los pulmones debido al exceso del uso del cigarrillo. El padre presenta problemas en su hígado debido a



que hace uso muy seguido del alcohol. (*The First Art Cientific*, comunicación personal, 27 de mayo, 2014)

De acuerdo con lo anterior, se pudo observar que los integrantes de dicho grupo habían usado una variedad de elementos para elaborar la descripción de la anamnesis del paciente consumidor de *Cannabis sativa*. Además, se presentaba como potencial para construir conocimiento confiable en relación con los efectos de esta sustancia en el sistema nervioso, puesto que permitía tratar temas como el sistema de recompensa para comprender la ansiedad de la paciente, el funcionamiento del sistema nervioso simpático para comprender la taquicardia o la fisiología de la sinapsis para entender las causas de las alucinaciones, entre otros.

Mientras que los resultados en la dimensión de propósitos demostraron que, si bien se tenían que refinar los motivos de consulta de los pacientes consumidores de *Cannabis sativa* creados por la mayoría, los cinco grupos que se habían aproximado al objetivo de la actividad sí tenían claro que la anamnesis debía tomar en cuenta al contexto en el que posteriormente sería expuesto el caso clínico. Esto se evidenció en que los datos de los pacientes que inventaron parecían tan reales y cercanos a su realidad (tabla 10), que permitirían que otros estudiantes de la comunidad educativa se sintieran identificados con dichos casos. Por ello, estos cinco grupos (55,55 %) se ubicaron en el nivel de maestría, en contraste con los otros cuatro (44,44 %), que se situaron en el nivel de ingenuo, teniendo en cuenta que aún no les era claro el objetivo de hacer una descripción de la anamnesis relacionada con el consumo de *Cannabis sativa*.

Con base en estos resultados, se hicieron dos inferencias en relación con la dimensión de métodos. La primera fue que, para evitar que los grupos de investigación llevaran a cabo tareas diferentes a los que sugería la instrucción planeada, era importante que en los siguientes bucles se hicieran explicaciones más detalladas de las estrategias que se utilizarían y que había que demostrarse activamente su aplicación para incentivar la participación de los estudiantes (Campanario, 2000). La segunda inferencia era que se debía destinar otra sesión para reconstruir y transformar (en el caso de los grupos que se ubicaron en el nivel de ingenuo) las descripciones de las anamnesis hechas por todos los grupos de investigación, si se quería lograr que estas evidenciaran que la causa del motivo de consulta de cada uno de los pacientes creados eran efectos reales del consumo de *Cannabis sativa*. Y, por otro lado, para contribuir a que los casos clínicos que se escribirían fueran verosímiles desde el principio. Es decir, que dieran la impresión de que los había vivido alguien (Chaparro, 2004).

Por otro lado, en relación con la dimensión de propósitos, se confirmó que, además de que los estudiantes habían contextualizado el problema, la mayoría de los grupos de investigación ya empezaban a tomar un papel activo y a pensar por sí mismos en la aplicación de la ciencia en el contexto cotidiano, como producto de trabajar a partir de sus realidades (Campanario, 2000). En consecuencia, era impor-



tante motivarlos para que tuvieran presente que ese paciente consumidor que habían creado, a pesar de ser ficticio, sí representaba casos de la vida real (incluso de personas conocidas). Esto con el fin de que siguieran viendo la necesidad de aprender sobre el sistema nervioso para comprender algunos efectos que ellos mismos le habían atribuido.

En síntesis, con base en la información obtenida del análisis de las concepciones y de la descripción de la anamnesis, se llevaron a cabo dos reflexiones para este bucle. La primera, que sería conveniente abordar, como tópicos generativos, los tipos de células que componen el sistema nervioso y la afectación por el consumo de *Cannabis sativa* a nivel neuronal, con el fin de relacionar los niveles celular y sistémico; a su turno, abordar la anatomía del cerebro y sus alteraciones por el consumo de *Cannabis sativa* para refinar las ideas en relación con este; el sistema de recompensa cerebral y los mecanismos de adicción, dependencia, tolerancia y abstinencia para clarificar las concepciones sobre la afectación del individuo, y el sistema nervioso autónomo para explicar el aumento de la frecuencia cardíaca por el consumo de *Cannabis sativa*.

Y la segunda, que para lograr que las descripciones de las anamnesis permitieran construir conocimiento confiable en relación con los efectos del *Cannabis sativa*, era necesario reconstruirlas, pero después de que se trabajaran los tópicos generativos relacionados con el sistema nervioso. Lo anterior permitiría que, desde los aprendizajes adquiridos, los estudiantes utilizaran su razonamiento, el autoaprendizaje, el aprendizaje colaborativo, el uso y análisis de la información y la contextualización con la realidad local para considerar otros efectos por el consumo de esta sustancia (Chaparro, 2004).

#### Cuarto bucle. El contexto y la selección de los tópicos generativos

Como ya se había establecido que la situación problemática del contexto consistía en investigar, mediante un caso clínico, los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso de un paciente hipotético, producto de la cotidianidad de los estudiantes, en este bucle se debía establecer cuál era el conocimiento científico que se necesitaba para resolver dicha situación (Blanco *et al.*, 2012).

En este sentido, de acuerdo con las reflexiones del tercer bucle, se determinó que los estudiantes debían comprender la importancia de las células del sistema nervioso. Especialmente, la fisiología de las neuronas, para que después comprendieran la acción del THC (compuesto activo del *Cannabis sativa*) a nivel neuronal y los efectos inmediatos que este desencadena. También con la finalidad de que comprendieran las funciones de las diferentes áreas del cerebro y las explicaciones de por qué algunos sujetos presentan problemas de aprendizaje y experimentan conductas adictivas, de tolerancia o el síndrome de abstinencia por el consumo de esta sustancia.

Para cumplir dichos objetivos, se diseñaron los tópicos generativos 5, 6, 7 y 8, los cuales se presentan a continuación en mayor detalle.

El tópico generativo 5 (tabla 11) se llevó a cabo en una sesión dividida en cuatro momentos. En el primero, se mostró de manera general la localización del sistema nervioso central (encéfalo y la médula espinal) y el sistema nervioso periférico en el cuerpo humano. Durante la exposición se aclaró que este último se componía de tejido nervioso y que este, a su vez, se componía de células. En el segundo momento, se explicaron algunos de sus tipos de células (neuronas: motoras, sensitivas e interneuronas y neuroglíocitos: astrocitos, oligodendrocitos y microglíocitos). Mientras tanto, los estudiantes consignaban notas de interés y creaban un atlas en su diario de campo con unos esquemas distribuidos previamente, en los que interpretaban determinadas estructuras de cada una de las células, según la descripción y función que se iba exponiendo. Por su parte, el tercer momento se caracterizó por una retroalimentación en la que aparecieron todas estas células en conjunto (es decir, formando un tejido) y se discutió cuál era cada una, según sus estructuras. En el cuarto, cada uno respondió un *quiz* con la pregunta: ¿por qué son importantes las diferentes células del sistema nervioso?

El tópico generativo 6 (tabla 11) se desarrolló en dos sesiones. Durante la primera se realizó una práctica de laboratorio en la que cada grupo de investigación construyó un circuito eléctrico como analogía a una neurona y respondió una guía titulada *Construyamos una neurona para comprender su funcionamiento*. En la segunda, con base en los resultados obtenidos, se llevó a cabo una discusión entre todos los grupos.

Respecto a la primera sesión, la práctica de laboratorio tuvo un carácter muy ilustrativo porque logró explicar las funciones de cada una de las partes de la neurona y los conceptos de potencial de reposo, potencial de acción, impulso nervioso, despolarización, repolarización y el transporte de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  a través de la membrana. Sin embargo, no se desconoció la limitación que se presentaba al crear la analogía entre el funcionamiento de una neurona y el funcionamiento de un circuito eléctrico, puesto que se corría el riesgo de que se entendiera a esta célula como un sistema dinámico posible por otros procesos externos que no participan en su propia organización (Maturana y Varela, 1998). Para ello, se hicieron aclaraciones de este tipo:

[...] nosotros los seres humanos no tenemos que conectarnos para que nuestras neuronas funcionen, porque como una unidad que somos producimos nuestra propia energía, a partir de los alimentos que consumimos, mientras que el circuito no funcionaría si no hubiera una energía eléctrica externa a él que permitiera encender el bombillo y por eso debemos conectarlo. (D. Rojas, comunicación personal, 21 de julio, 2014)

Y otras declaraciones como la siguiente:

[...] las neuronas no se apagan y se encienden, simplemente cuando no reciben un estímulo están en reposo y cuando lo reciben interiormente experimentan cambios «internos» que compensan dichas perturbaciones, mientras que los circuitos sí se prenden y se apagan, dependiendo de si tiene o no una fuente de energía. (D. Rojas, comunicación personal, 21 de julio, 2014)

La discusión de los resultados consistió en hacer un intercambio de guías entre los diferentes grupos de investigación. A raíz del intercambio, se realizó una lectura general de la guía de laboratorio y, a medida que esta presentó preguntas relacionadas con el mecanismo del impulso nervioso, los grupos participaron leyendo las respuestas que tenían sus compañeros de otro grupo de investigación, o bien, exponiendo diferentes argumentos y negociando distintos puntos de vista. Posteriormente, se presentó una diapositiva con una respuesta sencilla a cada una de las preguntas, la cual sirvió como conclusión a la discusión y representó una idea para que los grupos evaluaran las respuestas de sus compañeros, complementándolas o corrigiéndolas.

El tópico generativo 7 (tabla 11) también se llevó a cabo en dos sesiones. En la primera, a partir de una guía denominada *Guía ilustrada. Sinapsis eléctrica y química*, los estudiantes diseñaron ilustraciones sobre las sinapsis y el concepto de neurotransmisor. La guía estaba compuesta por unos pequeños párrafos explicativos sobre el tema y unas indicaciones entre paréntesis que decían *Ver figura X*, así como las instrucciones que debía seguir cada grupo de investigación: debían crear e ilustrar cada una de esas figuras a partir de la comprensión de la información suministrada y de una discusión entre ellos.

En la segunda sesión, además de funcionar como retroalimentación del desarrollo de la guía ilustrada, los estudiantes conocieron los efectos del THC a nivel neuronal por medio de una clase magistral y concluyeron con la explicación de los cambios en la conducta que experimenta un consumidor de *Cannabis sativa*, debido a la modulación en la liberación de los neurotransmisores GABA, glutamato, noradrenalina, serotonina o acetilcolina, a través de una guía denominada *Acción del THC en la liberación de neurotransmisores*.

Y, por último, en el tópico generativo 8 (tabla 11), se llevó a cabo una práctica de laboratorio que, dada su extensión, fue necesario desarrollarla en dos sesiones. En esta, cada grupo de investigación contó con una guía denominada *¿Cómo funciona el cerebro humano?*, y cada estudiante tenía una copia de un encéfalo gigante.

De acuerdo con la guía de laboratorio, cada grupo de investigación localizó en un encéfalo de res, previamente conservado, en cada una de las estructuras y solicitó la evaluación por parte de los profesores. En dicha evaluación, en medio del ejercicio de una buena comprensión de lectura de la guía, se tuvo en cuenta que los estudiantes hicieran una correcta localización. Y, agregado a ello, se escogió a uno

de los integrantes de manera aleatoria para que explicara la función determinada de la estructura que señalaban. Como complemento, cada uno indicó las estructuras en la copia del encéfalo gigante y elaboró un ejemplo de la vida cotidiana para ilustrar cada una de las funciones. Al final, se hizo referencia al sistema de recompensa cerebral y su relación con el consumo de *Cannabis sativa*, donde cada uno de los grupos de investigación explicó oralmente sus mecanismos de acción, apoyados de imágenes, diapositivas y esquemas que previamente construyeron.

Luego de desarrollar estos cuatro tópicos generativos, para este bucle se seleccionaron, en primer lugar, dos instrumentos de recolección de información: el *quiz* llevado a cabo en el tópico generativo 5 –que indagó sobre el nivel de comprensión adquirido respecto a las células del sistema nervioso– y un cuestionario de preguntas abiertas (ver anexo 2), que se aplicó de manera individual en una sesión adicional –el cual fue elaborado con el objetivo de verificar si los estudiantes habían consolidado los conocimientos conceptuales necesarios sobre el sistema nervioso y los efectos del consumo de *Cannabis sativa* para continuar con la elaboración del caso clínico–. Y, en segundo lugar, se establecieron los niveles de comprensión para este bucle (tabla 12) con base en los desempeños trabajados, específicamente en la dimensión de contenidos.

Aun así, cabe mencionar que, aunque dicho cuestionario se utiliza como un instrumento de recolección de información para la investigación, no fue el único que se aplicó como instrumento de evaluación durante este bucle. Por el contrario, surgió de las dificultades y del progreso de aprendizaje de los estudiantes, ambos evidenciados a través del diario de campo de los profesores y de las evaluaciones diagnósticas continuas que se llevaron a cabo en cada uno de los tópicos generativos.

Los resultados de la información cuantitativa suministrada por la matriz 4 (tabla 12) reflejaron que, según el *quiz* realizado en el tópico generativo 6 –que indagó sobre la importancia de las células del sistema nervioso–, a la mayoría se le dificultó comprender el nivel celular y su relación con dicho sistema. Muestra de ello fue que el 40% de los estudiantes no aplicó porque no dio ninguna explicación que permitiera ubicar sus respuestas en algún nivel. A otro gran porcentaje le faltó desarrollar conceptos disciplinarios en su explicación y, en cambio, prevalecieron las creencias intuitivas. Por lo tanto, este porcentaje se ubicó en el de nivel de ingenuo (34,28 %). Este fue el caso de la estudiante M. L., quien afirmó: «Son importantes (las células del sistema nervioso) porque son las que nos hacen sentir muy bien y son nuestro sistema de vida» (M.L., comunicación personal, 08 de agosto, 2014).

Sin embargo, algunos se ubicaron en el nivel aprendiz (14,28%), lo que comprobó que utilizaron conceptos disciplinarios para explicar la importancia de las células del sistema nervioso, pero los presentaron de manera fragmentada. En consecuencia, no fueron totalmente coherentes con los marcos de la disciplina científica.

Al respecto, la mayoría de las explicaciones hicieron referencia únicamente a la función de las neuronas («son importantes porque son las que llevan y traen impulsos nerviosos del cuerpo» (O. Q., comunicación personal, 8 de agosto, 2014), mientras que un par de respuestas aludieron a la función general de los neurogliocitos («Sí, porque dan soporte y protección» (D. L., comunicación personal, 8 de agosto, 2014). A pesar de ello, ninguna de las respuestas empleó dichos términos ni tampoco hubo respuestas que lograran explicar la función de conducir el impulso nervioso por parte de las neuronas ni las funciones de sostén de los neurogliocitos.

Finalmente, los estudiantes que se ubicaron en el nivel de principiante (11,42 %) mezclaron fragmentos de conocimiento disciplinario para explicar la importancia de las células del sistema nervioso. Este es el caso de la estudiante D. N., quien aseguró: «Porque son las células que reciben la información y diferentes órdenes del cerebro para ser transferidas así a las neuronas y así» (D. N., comunicación personal, 8 de agosto, 2014). Así, es posible deducir que su explicación se basó en la función de las neuronas, pero, a su vez, no las consideró como un tipo de células que conforman al sistema nervioso.

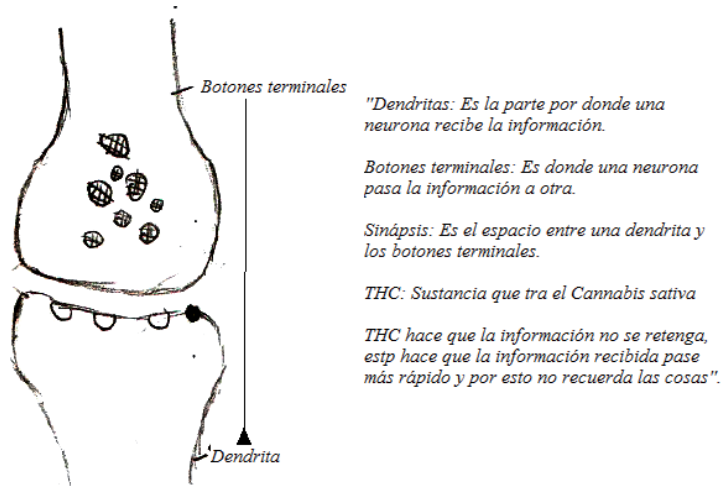
Dado que nadie se ubicó en el nivel de maestría (0 %), ello permitió inferir que ninguno logró llevar a cabo una explicación sobre la importancia del nivel celular en el sistema nervioso que fuera coherente con los marcos de referencia de la disciplina científica. Es decir, que explicara que tanto las neuronas como los neurogliocitos son las células que forman el tejido nervioso y que, en su conjunto, permiten que se conduzcan los impulsos eléctricos (neuronas) y que las prolongaciones neuronales tengan un sostén físico y un aislamiento eléctrico (neurogliocitos). De hecho, tal tejido conforma el sistema nervioso tanto central como periférico (Ross y Wojciech, 2006).

Por otro lado, los resultados relacionados con los tópicos generativos 7, expresados a través de la pregunta 1 del cuestionario, la cual se basó en una situación problemática sobre un joven consumidor de *Cannabis sativa* de 19 años, que indagó sobre la comprensión del funcionamiento de las neuronas (específicamente, liberadoras de glutamato), con y sin consumo de *Cannabis sativa* y su relación con la memoria a corto plazo, demostraron que, si bien hubo estudiantes que no aplicaron porque no respondieron (22,85 %), y que se ubicaron en el nivel de ingenuo (17,14 %), también hubo más de un 50 % que logró comprender la fisiología de una sinapsis básica entre dos neuronas (los estudiantes que se ubicaron desde el nivel de principiante), y otra proporción que logró comprenderla, bajo el consumo de *Cannabis sativa*, que fueron los estudiantes que se ubicaron en los niveles de aprendiz (5,71 %) y maestría (22,85 %).

Como ejemplo de lo anterior, se puede citar la explicación de un estudiante que se ubicó en el nivel de principiante y otros dos que se ubicaron en el nivel de maestría. El estudiante que se ubicó del nivel de principiante (figura 4), con el fin de

explicar los efectos del consumo de *Cannabis sativa* a nivel neuronal, describió las estructuras de la neurona de acuerdo con los marcos de la disciplina científica que definen a las dendritas como «las prolongaciones receptoras que reciben estímulos de otras neuronas o del medio externo» (Ross y Wojciech, 2006, p. 352); a los botones terminales como las estructuras al final de los axones; a la sinapsis como el espacio entre el botón terminal de una neurona y la dendrita de la siguiente; y al THC como un compuesto de la marihuana (Organización Panamericana de la Salud, 2005). Aun así, no logró exponer de manera explícita cómo actúa el THC en la fisiología general de una sinapsis entre neuronas que liberan glutamato.

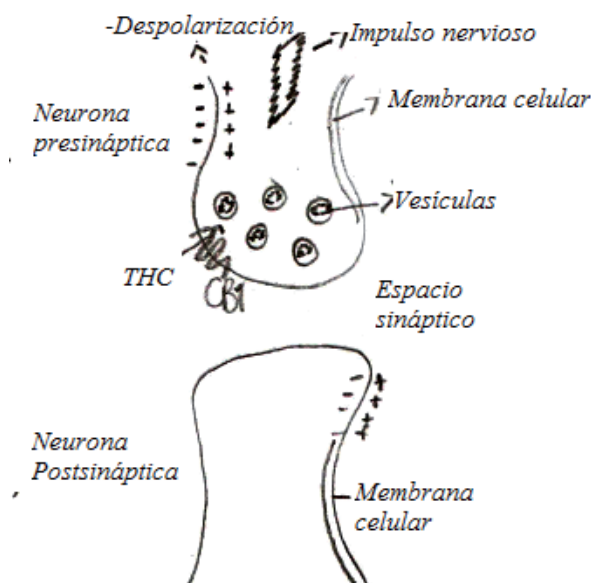
Figura 4. Explicación fisiología de la sinapsis (Estudiante Y. R. – 14 años)



Fuente: Y. R. (comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

En el caso del estudiante S. R. (figura 5), quien se ubicó en el nivel de maestría, se observó que, aunque no definió explícitamente los conceptos científicos de neuronas presináptica y postsináptica, espacio sináptico, impulso nervioso, vesículas (de neurotransmisor), despolarización, membrana celular, receptores  $CB_1$  y THC, sí logró señalarlos de manera correcta en el esquema que creó. Además, su explicación también guardó coherencia con los marcos de la disciplina científica, puesto que, en otras palabras, mostró que los receptores  $CB_1$ , bajo el consumo de THC (el compuesto activo de *Cannabis sativa*), hacen que se reduzca la liberación del neurotransmisor que está presente en la terminal presináptica y disminuyen la despolarización de la membrana postsináptica (Escobar, Berrouet y González, 2009), De igual forma, lo asoció con que, si se da este proceso, el consumidor no tiene claridad en recordar las cosas. Esto es, tuvo en cuenta una de las funciones del glutamato a pesar de que no se refirió explícitamente a este, dentro de su explicación.

Figura 5. Explicación de la fisiología de la sinapsis (estudiante S. R. – 15 años)



*"La neurona bajo el efecto del THC tiene varios cambios como la despolarización (que es el cambio de cargas), también afecta a las vesículas las cuales ayudan a que el impulso lo pase tan rápido, bajo dicha sustancia el impulso pasa no bastante rápido como para que no haya claridad en recordar las cosas, estar atento, etc."*

**Fuente:** S.R. (Comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

Por otra parte, la explicación del estudiante J. A. (figura 6) permitió evidenciar que, además de hacer uso de varios de los conceptos anteriormente nombrados, tuvo en cuenta al neurotransmisor glutamato y a los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Na}^{+}$ , los cuales tienen una función importante en este proceso. Lo que lo llevó a aproximarse de manera más precisa al efecto que produce el THC al unirse a los receptores cannabinoides  $\text{CB}_1$ , ubicados en la membrana celular de algunas neuronas presinápticas, como las liberadoras de glutamato. En pocas palabras, sus planteamientos correspondían con que dicho fenómeno se debe a que, después de la llegada del potencial de acción en la neurona presináptica, se bloquea la entrada de calcio por acción de los receptores  $\text{CB}_1$  y no se libera neurotransmisor en la sinapsis y, por consiguiente, no se da la apertura de canales de sodio en la neurona postsináptica y se impide que se dé su despolarización (Escobar et al., 2009). Y, por otro lado, el estudiante también



pudo explicar que se trataba de neuronas que liberaban glutamato y concluyó con que el sujeto no retenía la información si no se liberaba este neurotransmisor. Esta asociación de ideas le permitió inferir que también reconoció la importancia de esta sustancia química en la formación de la memoria a corto plazo y el aprendizaje (Acarín, N. y Acarín, L., 2002).

Figura 6. Explicación de la fisiología de la sinapsis (estudiante J. A. – 16 años)



*"El receptor CB1 al absorber el THC no permite que entre el Calcio (++) ni que el Sodio (+) lo que provoca que el impulso pase demasiado rápido por la sinápsis y las dendritas, lo que lleva a que no retenga la información".*

Fuente: J.A. (Comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

En cuanto a los resultados del tópico generativo 8, expresados a través de las preguntas 2 y 3 del cuestionario, mostraron que a la mayoría de los estudiantes se les facilitó comprender los fenómenos de tolerancia y abstinencia asociados al consumo de *Cannabis sativa*. Muestra de ello fue que las descripciones de quienes se ubicaron a partir del nivel de principiante (54,28 %) coincidieron en que, en términos generales, la tolerancia es la necesidad de cantidades marcadamente crecientes de una sustancia –en este caso de *Cannabis sativa*– para conseguir una intoxicación o el efecto deseado. También coincidieron en que el síndrome de abstinencia es el que se caracteriza por unas manifestaciones más o menos agudas de una serie de signos y síntomas, tanto físicos como psíquicos, de gravedad considerable tras haber dejado de consumir una sustancia (Del Moral y Fernández, 2009). Este fue el caso del estudiante J. V., que se ubicó en el nivel de principiante y, ante la pregunta 2 sobre la tolerancia al *Cannabis sativa*, afirmó que «el estudiante (el de la situación problemática de la pregunta 1) aumentó su consumo porque se volvió tolerante a la sustancia, esto conlleva a un aumento de la dosis o a buscar una sustancia más fuerte y se llama tolerancia al *Cannabis sativa*» (J. V., comunicación personal, 8 de agosto, 2014). Mientras que, para la pregunta 3 sobre el síndrome de abstinencia, respondió que el estudiante se sentía ansioso e irritante tras no haber consumido *Cannabis sativa* en una semana, «porque estos son los efectos a largo plazo por consumir *Cannabis sativa*. Se llama síndrome de abstinencia cuando un consumidor trata de dejar de consumir tras un período de consumo...» (J. V., comunicación personal, 8 de agosto, 2014).



Sin embargo, también hubo una menor proporción que logró asociar dichos fenómenos a nivel del cerebro. Este grupo se conforma por los que se ubicaron en los niveles de aprendiz (8,57 %) y maestría (5,71 %). Este fue el caso, por ejemplo, de un estudiante que, respecto a la pregunta 2 sobre la tolerancia al *Cannabis sativa*, señaló:

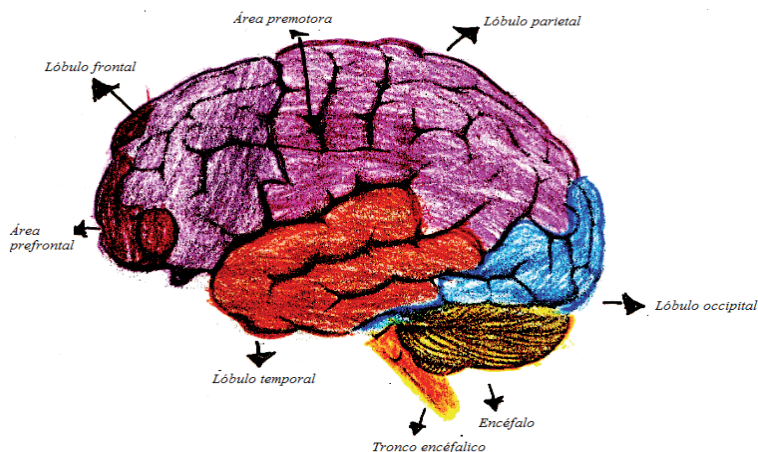
[...] al consumir *Cannabis sativa* los receptores CB<sub>1</sub> ubicados en el cerebro la absorben y comienzan a trabajar, pero a lo largo del tiempo dichos receptores van perdiendo su capacidad y para que el consumidor sienta el mismo efecto tendrá que consumir una mayor cantidad y así sucesivamente y a esto se le llama tolerancia a la Cannabis. (J. P., comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

Lo dicho anteriormente es afín a algunos estudios que aseguran que la exposición crónica a cannabinoides produce un fenómeno de desensibilización caracterizado por una disminución del número de receptores CB<sub>1</sub> que, a su vez, parecen relacionarse con la aparición de la tolerancia (Escobar *et al.*, 2009).

Por último, los resultados relacionados con la pregunta 4 del cuestionario –también basada en el tópico generativo 8, que indagó sobre cuáles son las áreas y los lóbulos del encéfalo y cómo se ven afectados por el consumo de *Cannabis sativa*– indicaron que a la mayoría de los estudiantes se les facilitó hacer su localización, pero no reconocieron sus funciones y, por ello, se ubicaron en el nivel de principiante (42,85 %), como fue el caso de la estudiante V. S. (figura 7), que reconoció las estructuras del encéfalo (excepto la estructura que corresponde al cerebelo), pero no les atribuyó ninguna funcionalidad.

No obstante, también hubo una cantidad considerable de estudiantes que reconocieron algunas funciones de las estructuras del encéfalo, que fueron los que se ubicaron en el nivel de aprendiz (28,57 %); o incluso, otros que establecieron relaciones con algunas regiones afectadas por el consumo de *Cannabis sativa*, quienes se ubicaron en el nivel de maestría (14,27 %).

Figura 7. Explicación de las áreas y los lóbulos del encéfalo (estudiante V.S. – 14 años)



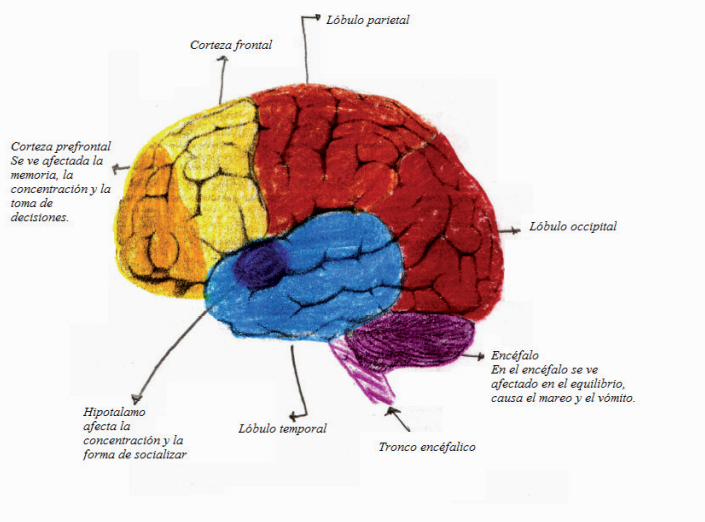
**Fuente:** V.S. (Comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

Al respecto, se puede citar el caso de la estudiante D. N. (figura 8), que se ubicó en el nivel de aprendiz, debido a que hizo la localización correcta de la mayoría de estructuras del encéfalo y a que mencionó acertadamente la función de la corteza prefrontal y su afectación por el consumo de *Cannabis sativa*, si se tiene en cuenta que esta última es la encargada de las funciones ejecutivas como la memoria, la concentración, el aprendizaje y que se ve alterada por tener una expresión alta de receptores CB<sub>1</sub> (Guzmán y Galve, 2009). A pesar de ello, hubo otras estructuras a las que no les atribuyó ninguna función o se mencionaron de manera equívoca, como en el caso de la estructura que corresponde al cerebelo, que la estudiante nombró como encéfalo. A pesar de ello, le agregó funciones relacionadas con el control de la postura, el equilibrio y la coordinación (National Institute on Drug Abuse, 2013). También reconoció que era una región afectada por el consumo de *Cannabis sativa*, lo cual obedece al hecho de que esta área también tiene una expresión alta de receptores CB<sub>1</sub> (Guzmán y Galve, 2009). O bien, el caso del estudiante O. Q. (figura 9), que se ubicó en el nivel de maestría debido a que, además de nombrar de manera correcta prácticamente todas las estructuras del encéfalo, hizo algunas consideraciones importantes sobre ciertas regiones afectadas por el consumo de *Cannabis sativa*, de acuerdo con los marcos de la disciplina científica.

Por ejemplo, indicó que en la corteza prefrontal se afecta la memoria, que en el lóbulo parietal se afecta la coordinación motora y que en el lóbulo temporal se afecta la audición. Lo anterior guardó coherencia con el hecho de que los consumidores habituales de esta sustancia reducen el volumen de corteza cerebral y

sustancia blanca en la corteza orbitofrontal, prefrontal, hipocampo y temporal. Esto, a su vez, está relacionado con problemas de aprendizaje, memoria a corto y largo plazo, emociones y toma de decisiones, así como con su actividad motora (Moreno *et al.*, 2014). Por otro lado, señaló que, durante el consumo de *Cannabis sativa*, se desactiva la amígdala, lo que hace perder el miedo y se activa el núcleo accumbens, que aumenta la sensación de placer.

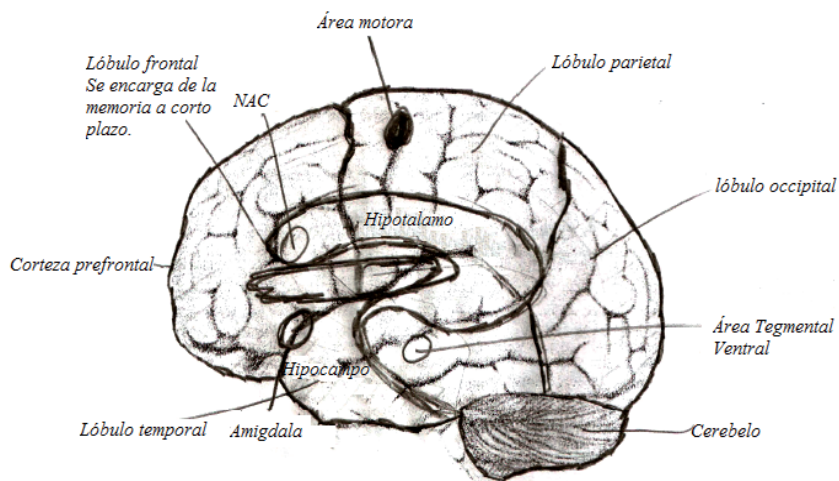
Figura 8. Explicación de las áreas y los lóbulos del encéfalo (estudiante D.N. – 14 años)



**Fuente:** D.N. (Comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

Estos procesos son acordes con el funcionamiento del sistema de recompensa cerebral, cuya área tegmental ventral activa al núcleo accumbens mediante los receptores D1 a la dopamina (los cuales son excitadores). Al mismo tiempo, esto inactiva a la amígdala y a la corteza prefrontal por medio de los receptores D2 (los cuales son inhibidores), ya que producen en el consumidor la sensación subjetiva de placer y lo llevan a prescindir activamente del miedo y del razonamiento (Del Bosque *et al.*, 2013).

Figura 9. Explicación de las áreas y los lóbulos del encéfalo (Estudiante O.Q. – 16 años)



*"El Cannabis sativa ingresa al cuerpo... llega al cerebro, se activan los receptores CB1. En la corteza prefrontal disminuye la memoria a corto plazo. En el lóbulo parietal se disminuye la función motora, esto hace que sus movimientos sean lentos y descoordinados, En el lóbulo occipital hace que tenga visión borrosa, alucinaciones. En el lóbulo temporal hace que tenga alucinaciones auditivas. La amígdala se desactiva, hace que pierda el miedo, y el núcleo de Accumbens se activa y aumenta el placer".*

**Fuente:** O.Q. (Comunicación personal, 8 de agosto, 2014)

Por último, con base en las evidencias anteriores, se estableció que más del 50 % de los estudiantes había trascendido del nivel ingenuo en varios de los contenidos propuestos. Por lo tanto, era necesario hacerles ver que ya había elementos conceptuales y materiales suficientes –como guías de laboratorio, lecturas, apuntes– para que cada grupo de investigación retomara su proyecto final de síntesis sobre la construcción del caso clínico del paciente consumidor de *Cannabis sativa*.

### Quinto bucle. El contexto y la evaluación del aprendizaje

En relación con el contexto y la evaluación del aprendizaje, Blanco *et al.*, (2012) señalan que se debe desarrollar una actividad para comprobar el nivel de conocimiento adquirido. Por ejemplo, sugieren que, tras una lectura, los estudiantes respondan de forma justificada a una situación problemática del contexto (Blanco *et al.*, 2012). Sin embargo, se consideró inútil repetir un ejercicio similar al que ya se había hecho mediante el cuestionario aplicado en el cuarto bucle para comprobar el nivel de comprensión de los estudiantes en la dimensión de contenidos.

Sobre el asunto, se determinó que resultaría más útil que los estudiantes demostraran sus comprensiones en todas las dimensiones por medio del proyecto final de síntesis, teniendo en cuenta que este se constituiría en un conjunto de desempeños

en el que los estudiantes sintetizarían y expresarían la comprensión desarrollada durante toda la implementación de la unidad didáctica (Blythe, 2008).

En este sentido, como se había planeado, se llevó a cabo la construcción del caso clínico sobre el paciente consumidor de *Cannabis sativa* como proyecto final de síntesis. Cada grupo de investigación realizó el ejercicio, el cual culminó en los tópicos generativos 9 y 10, a través del diseño, sistematización y comunicación de un póster científico en la institución.

El tópico generativo 9 (tabla 13) se desarrolló en tres sesiones: dos de trabajo en el aula y una de trabajo autónomo. En este tópico, los grupos de investigación llevaron a cabo el proceso escritural del caso clínico de su paciente consumidor de *Cannabis sativa* hipotético, así como el diseño y la sistematización del póster.

En la sesión de trabajo en el aula 1, crearon la foto del paciente con las características de su motivo de consulta y, con base en la descripción de la anamnesis inicial (la elaborada en el tópico generativo 4), construyeron una anamnesis final mejorada que incluía otros efectos, producto de sus nuevas comprensiones.

Por otro lado, construyeron una nueva sección del caso clínico denominada *exploración realizada*, que como su nombre lo dice, consistió en hacer una exploración al paciente. Para ello, primero determinaron si los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el paciente correspondían a efectos a corto, mediano o largo plazo y tomaron como referencia el artículo científico *Efectos del consumo de Cannabis sativa en el ser humano* (diseñado a propósito del objetivo a partir de los marcos de referencia de esta investigación). Este último presentaba una síntesis de los efectos estudiados en el sistema nervioso central, pero también incluía algunas generalidades sobre los efectos en el sistema nervioso autónomo y otros sistemas del cuerpo humano.

Segundo, eligieron a criterio del grupo entre hacer una exploración a nivel neuronal (que retomaba principalmente las comprensiones adquiridas con el desarrollo del tópico generativo 7) o una exploración nivel de encéfalo (que retomaba, sobre todo, las comprensiones adquiridas con el desarrollo del tópico generativo 8). A partir de esta elección, construyeron una serie de pasos justificados teóricamente que permitieron mostrar el porqué de los síntomas del paciente cannábico.

En la sesión de trabajo en el aula 2, cada grupo de investigación elaboró el borrador del póster siguiendo un orden para el caso clínico. Este tuvo un título llamativo; la información de los investigadores; una introducción en la que hicieron explícito el porqué y el para qué era pertinente llevar a cabo esta investigación, una exposición del caso, constituida por la descripción de la anamnesis (datos del paciente y motivo de consulta), la exploración realizada (a nivel de efectos y a nivel de encéfalo o de neuronas), pruebas diagnósticas empleadas (técnicas clínicas como la electroencefalografía o pruebas neuropsicológicas utilizadas en diagnósticos de pacientes consumidores de *Cannabis sativa*) e imágenes (ilustraciones como apoyo a la explicación de la exploración realizada).

Seguido a esto, se presentó una sección denominada discusión, en la que argumentaron los hallazgos de su investigación con la opinión de un profesional del área de la salud sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa*; luego, mostraron unas conclusiones con las que invitaban a generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en los lectores de la investigación y recomendaron otros estudios para realizarse en relación con el consumo de sustancias psicoactivas, como sugerencia para otros estudiantes investigadores. Por último, elaboraron la bibliografía de cada uno de los documentos citados y seleccionaron las fotografías que sirvieron como evidencia de investigación, las cuales fueron suministradas en formato digital por los profesores.

En la sesión de trabajo autónomo, cada grupo de investigación sistematizó el póster final a partir de un formato suministrado. De la misma manera, cada grupo llevó a cabo las correcciones sugeridas por los profesores y cada uno de los integrantes determinó cuáles serían sus intervenciones en el día del panel de conferencias sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa*.

El tópico generativo 10 (tabla 13), se llevó a cabo en una sesión. En este, cada grupo de investigación presentó a la comunidad educativa su caso clínico en la modalidad de comunicación oral y fueron evaluados por jurados externos a la investigación con la intención de recibir sugerencias y aportes para su publicación científica.

Con base en los desempeños trabajados, se establecieron los niveles de la comprensión para los tópicos generativos 9 y 10 en las dimensiones de contenidos, métodos, propósitos y comunicación (tabla 14). También se eligió el póster en el que cada grupo de investigación plasmó su caso clínico como instrumento de recolección de datos.

Los resultados expresados en la matriz 5 (tabla 14) arrojaron que, para la dimensión de contenidos, la mitad de los grupos de investigación se ubicaron en el nivel de maestría (44,44 %), mientras que los demás se situaron, prácticamente, de manera equitativa en los otros niveles (ingenuo, 22 %; principiante, 11,11 %; aprendiz, 11,11 % y no aplica 11,11 %).


Esto demostró que a la mayoría se les facilitó reconstruir la anamnesis del paciente consumidor de *Cannabis sativa* a partir de las comprensiones adquiridas en el cuarto bucle. Además del hecho de realizar una exploración coherente con los marcos de la disciplina científica, ya fuera a nivel de neuronas o del encéfalo, para justificar los efectos (a corto, mediano o largo plazo) que presentaba su paciente en el sistema nervioso.

Un ejemplo de lo anterior fue el caso del grupo de investigación *Etloite*, que había estado ubicado en el nivel ingenuo, de acuerdo con la anamnesis elaborada inicialmente. Pero, después del desarrollo del cuarto bucle, logró alcanzar el nivel de maestría debido a que reconstruyó dicha sección del caso clínico coherentemente (figura 10). Igualmente, en la sección *exploración realizada*, el grupo logró explicar

que los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en su paciente eran a largo plazo y que los problemas de concentración, la dificultad en la toma de decisiones y la pérdida de memoria se debían principalmente a afectaciones en la corteza prefrontal. Este planteamiento coincidió con varios estudios concernientes al tema que reportan efectos adversos en esta área del cerebro, como el de Moreno *et al.* (2016) o el de Escobar *et al.* (2009).

Figura 10. Explicación de las áreas y los lóbulos del encéfalo (Grupo de Investigación Etloite)

### Descripción de la Anamnesis



**Nombre:** Joaquín Deth

**Edad:** 17 años

**Ocupación:** Estudiante de bachillerato

**Motivo de consulta:**

El paciente se presenta con leve dolor de cabeza. Se queja de problemas de concentración, pérdida de memoria, ansiedad, taquicardia, problemas para dormir, aumento de apetito y dificultad en la toma de decisiones. Además indica que es consumidor frecuente de marihuana hace 5 años.

**Fuente:** Grupo de Investigación Etloite (Comunicación personal, 15 de octubre, 2014)

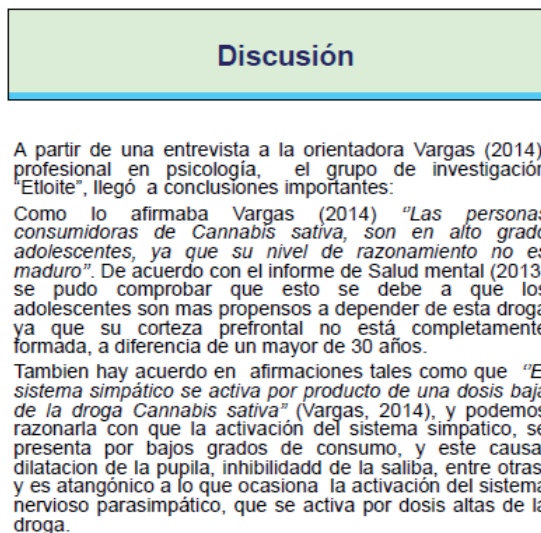
Por otro lado, en la dimensión de métodos se hallaron resultados similares. Aunado a ello, un grupo más se ubicó en el nivel de maestría (55,55 %), esto indicó que también los estudiantes lograron dudar y ser críticos en la confrontación de los hallazgos de su caso clínico con resultados de otras investigaciones y otros autores. Así, reconocieron que el conocimiento es humanamente construido, racionalmente discutible y guiado por un marco disciplinario y provisorio.

Como muestra de ello, se puede citar nuevamente al grupo de investigación *Etloite* (figura 11). En la sección de discusión de su caso clínico se pudo evidenciar que, al confrontar el ejercicio con otras investigaciones y autores, el grupo logró concluir, por ejemplo, que un factor de riesgo en los consumidores de *Cannabis sativa* es que los adolescentes pueden ser dependientes de esta sustancia pues, en esta etapa, aún no se ha desarrollado completamente su corteza prefrontal. Lo anterior resulta coherente con el estudio de Del Bosque *et al.* (2013), quien señala que esto obedece a que el proceso de maduración de esta área concluye alrededor de los 30 años de edad, proceso que influye en la toma de decisiones de los adolescentes, ya que ellos consideran muy precariamente las consecuencias del consumo. Asimismo, el grupo vinculó el sistema nervioso autónomo en su investigación con el fin de relacionar la activación del sistema simpático como un efecto inmediato, bajo dosis moderadas



de consumo de *Cannabis sativa*, o del sistema nervioso parasimpático bajo dosis elevadas. Esto último también se reporta en otras investigaciones, como la de Pratap y Komiyenko (2012).

Figura 11. Sección del póster: Discusión (Grupo de investigación Etloite)



**Fuente:** Grupo de Investigación Etloite (Comunicación personal, 15 de octubre, 2014)

En cambio, en la dimensión de propósitos, los resultados reflejaron que, aunque dos grupos no aplicaron (uno porque no presentó el caso clínico y otro porque no escribió la sección de conclusiones), ninguno quedó en el nivel de ingenuo y la mayoría se ubicó en el nivel de maestría (55,55%). Lo anterior confirmó que, en sus conclusiones, los estudiantes lograron usar el conocimiento sobre los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso como una posibilidad para generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa (tabla 15).

Y por último, en la dimensión de comunicación, los resultados mostraron que, nuevamente, ningún grupo se quedó en el nivel de ingenuo y que la mayoría se ubicó en el nivel de maestría. Lo cual sugirió que los estudiantes lograron emprender una buena redacción de cada una de las secciones del caso clínico (el título, la exposición del caso, la discusión y las conclusiones), según las reglas establecidas, las cuales se manifestaron en un claro estilo, flexibilidad y expresividad. Por ejemplo, que los grupos de investigación hayan creado títulos atrayentes (tabla 15) correspondió con lo señalado por Villanueva (2009), quien propone que el título de un caso clínico debe ser breve, claro, específico, sencillo e impactante.



Con base en estos resultados, para la dimensión de contenidos, se pudo inferir que el hecho de que la mitad de los grupos de investigación haya logrado mostrar una exploración realizada a nivel de neuronas, o del encéfalo, para explicar los efectos que presentaba su paciente en el sistema nervioso evidenció que la unidad didáctica *Más allá del Cannabis: ¡Un problema en contexto!* (Rojas y Barreto, 2015) aportó significativamente al aprendizaje de este tópico. Puesto que, a nivel conceptual, los estudiantes lograron comprender que este sistema funciona mediante señales electroquímicas y que las drogas (en este caso, la *Cannabis sativa*) afectan la liberación de los neurotransmisores y la transmisión de las señales nerviosas en las sinapsis, lo cual perturba el funcionamiento normal del cerebro y el cuerpo, y precisamente esto, es lo que propone Cañal (2011) respecto al conocimiento deseable sobre el sistema nervioso que debe tener un estudiante entre 14 y 18 años en la educación secundaria obligatoria.

Respecto a la dimensión de métodos, la unidad didáctica también demostró ser funcional, puesto que logró que la mayoría de los grupos confrontaran resultados de otras investigaciones y otros autores con los hallazgos de su caso clínico, es decir, se aproximaron al conocimiento como científicos naturales (MEN, 2004), ya que buscaron información en diferentes fuentes, evaluaron la calidad de la información recopilada y dieron el crédito correspondiente; propusieron y sustentaron respuestas a sus preguntas y, a su vez, las compararon con las de otras personas y con las de teorías específicas; identificaron e hicieron uso adecuado del lenguaje propio de las ciencias; y finalmente, relacionaron sus conclusiones con las presentadas por otros autores y formularon nuevas preguntas, procedimientos que, de acuerdo con diferentes referentes, son los que se deben llevar a cabo desde la enseñanza de la biología (Bannet, 2000; Cañal, 2004; Jiménez, 2003).

En contraste, para la dimensión de propósitos, el hecho de que la mayoría de los grupos consiguiera usar el conocimiento sobre los efectos de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso como una posibilidad para generar una toma de decisiones responsable en la comunidad educativa frente al consumo de esta sustancia significó que, de alguna manera, la aplicación de la unidad didáctica logró abordar el factor personal de riesgo asociado con la falta de información o la información errónea sobre la *Cannabis sativa*, el consumo en adolescentes y las repercusiones negativas a corto y largo plazo (Espada, Méndez, Grittin y Bolvin, 2003). De esta manera, contribuyó a generar en los estudiantes percepciones de riesgo, como un factor importante y necesario en el desarrollo posterior de conductas preventivas (Ordoñana, 2002).

No obstante, esto no significa que dicho conocimiento será suficiente para afirmar que los estudiantes consumidores dejarán de consumir y que los no consumidores nunca lo harán. Si así se creyese, se estarían desconociendo otros factores de riesgo como la influencia del grupo de amigos, la falta de comunicación y el clima familiar conflictivo, la actitud favorable hacia sustancias como el alcohol y el tabaco,

la disponibilidad y accesibilidad a la sustancia, entre otras (Espada *et al.*, 2003). Dicho de otra manera, se estaría olvidando su propio contexto. Lo que sí se espera es que tenga un efecto en la transferencia de esos aprendizajes en el comportamiento de los estudiantes frente a esta problemática, teniendo en cuenta que una de las finalidades del aprendizaje de la ciencia es proporcionar estrategias y recursos que posibiliten utilizarla para analizar críticamente hechos que suceden en el entorno y para tomar decisiones bien fundamentadas (Sanmartí *et al.*, 2011).

Y por último, en la dimensión de comunicación se infirió que, al esmerarse en una buena redacción de cada una de las secciones del caso clínico que propuso la unidad didáctica, los estudiantes también lograron registrar sus resultados de forma organizada y comunicar su proceso de indagación, así como sus resultados (MEN, 2004). En pocas palabras, ello responde a la necesidad de estimar la importancia de la expresión escrita y oral en la comprensión y construcción del saber científico-biológico por parte de los estudiantes (Caamaño, 1997).

## Conclusiones

A modo de síntesis, se detalla el aporte a la comprensión del tópico generativo *Efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso* y se toma como eje problémico el contexto de los estudiantes pertenecientes al curso 904 del colegio La Gaitana IED:

- Identificar y utilizar un contexto relevante permitió que, en la dimensión de métodos, los grupos de investigación lograran reconocer la problemática del consumo de *Cannabis sativa*, formular hipótesis, así como establecer relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados sobre las sustancias más conocidas en su colegio y su propio entorno. Y, en la dimensión de propósitos, se hizo evidente que el consumo de esta sustancia constituía una situación relevante en su vida diaria y que los estudiantes consideraban útil aprender sobre los efectos de la misma en el sistema nervioso para su cotidianidad y para su comunidad.
- El estudio de las concepciones en relación con el consumo de sustancias psicoactivas mostró que los estudiantes consideraban: i) que solo se afectaba el componente físico del cuerpo humano; ii) que las drogas eran únicamente los psicoactivos ilegales; y iii) que el sistema nervioso se afectaba de manera separada de los efectos somáticos. Por su parte, respecto a los efectos del *Cannabis sativa*, se evidenció que, en el aspecto fisiológico, los estudiantes no establecían relaciones desde el nivel de sistemas al de células y reacciones químicas, de modo que las respuestas quedaban solo a nivel de órganos como el cerebro, los pulmones y el corazón. Mientras que, en el aspecto socio-económico, se percibió que consideraban que los consumidores afectaban a la sociedad. Posiblemente ello obedece a los discursos sociales fuertemente arraigados.

- En la dimensión de métodos, elegir al contexto como eje problémico de la secuencia de enseñanza y aprendizaje permitió identificar que los estudiantes tenían dificultades para seguir instrucciones y para el autoaprendizaje. Por otra parte, la dimensión de propósitos facilitó que los grupos de investigación tomaran un papel activo y pensarán por sí mismos en la aplicación de la ciencia en un contexto cotidiano, como el consumo de *Cannabis sativa*.
- En relación con el contexto y la selección de los tópicos generativos, en lo referente a la dimensión de contenidos, se concluyó que, si bien los estudiantes no lograron reconocer claramente la importancia del nivel celular en el sistema nervioso, la gran mayoría sí logró comprender, como mínimo, la fisiología general de una sinapsis básica entre dos neuronas, los fenómenos de tolerancia y abstinencia asociados al consumo de *Cannabis sativa* y la localización de las estructuras del cerebro.
- En cuanto al contexto y la evaluación del aprendizaje, se observó que, en la dimensión de contenidos, los estudiantes comprendieron que el sistema nervioso funciona mediante señales electroquímicas y que la *Cannabis sativa* afecta la liberación de los neurotransmisores y la transmisión de las señales nerviosas en las sinapsis, lo cual perturba el funcionamiento normal del cerebro y el cuerpo. En la dimensión de métodos, aprendieron a confrontar resultados de otras investigaciones relacionadas con los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso con los hallazgos de su caso clínico. En suma, se aproximaron al conocimiento como científicos naturales. En la dimensión de propósitos, consiguieron usar el conocimiento sobre los efectos de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso como una posibilidad para generar una toma de decisiones responsable en la comunidad educativa frente al consumo de esta sustancia. Y, en la dimensión de comunicación, se logró que los estudiantes fortalecieran la expresión escrita y oral en la comprensión y construcción del saber científico-biológico.

Respecto al diseño y aplicación, se consolidó la unidad didáctica *Más allá del Cannabis: ¡Un problema en contexto!* (Rojas y Barreto, 2015) sobre los efectos del consumo de esta sustancia en el sistema nervioso, la cual planteó la posibilidad de vincular, como su nombre lo dice, el contexto de los estudiantes con el enfoque didáctico de la EpC. Además, dio pautas, actividades, prácticas de laboratorio y estrategias que pueden ser utilizadas por otros investigadores en comunidades con características similares a la estudiada para tratar situaciones que afecten la calidad de vida, por lo que se considera pertinente y relevante.

Las matrices que evaluaron el nivel de comprensión adquirido por los estudiantes en cada una de las dimensiones, expuestas a través del marco teórico de enseñanza para la comprensión, también se consideran un aporte fundamental para la investigación, ya que permitieron hacer una evaluación continua y reflexiva de lo que

debían aprender, pero también porque fueron la fuente de mejora a medida que se iba llevando a cabo cada uno de los bucles (Blythe, 2008).

En definitiva, se considera como un referente importante para futuras investigaciones relacionadas con el enfoque didáctico de la EpC en la enseñanza de las ciencias, la ciencia en contexto, la enseñanza del sistema nervioso y, por último y más importante, para abordar el factor personal de riesgo asociado con la falta de información sobre el consumo de *Cannabis sativa* en los jóvenes. También sugiere que, si se busca que la educación cumpla un papel más activo como factor de protección al uso de sustancias psicoactivas, es necesario crear propuestas que reconozcan el contexto de los estudiantes, pero también que integren otros cuerpos de conocimiento en un solo currículo, que le permitan al educando empoderarse para actuar en su realidad, que es más difícil de cambiar.

## Referencias bibliográficas

- Acarín, N. y Acarín, L. (2002). *El cerebro del rey*. Barcelona: RBA.
- Alvarado, L. y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(2), 187-202.
- Arias, F. B., Berdullas, J., Iraurgi, I., Llorente, J., López, A., Madoz, A., . . . Villanueva, V. (2010). Neurobiología de las adicciones. En E. Becoña y M. Córtes, *Manual de adicciones para psicólogos especialistas en psicología clínica en formación* (pp. 33-42). Valencia: Socidrogalcohol.
- Bannet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En J. Perales y P. Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 449-478). Marfil: Alcoy.
- Blanco, A., España, E. y Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, (79), 9-18.
- Blythe, T., Bondy, E. y Kendall, B. (2008). Evaluación diagnóstica continua. En T. Blythe, *La enseñanza para la comprensión. Guía para el Docente* (pp.107-127). Buenos Aires: Paidós.
- Boix, V. y Gardner, H. (2008). ¿Cuáles son las cualidades de la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.
- Braschi, M. E. y Santos, I. J. (2006). Drogas y adolescencia. *Revista Hospital de Niños Buenos Aires*, 48(220), 281-291.

- Caamaño, A. (2005). Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique*, (46), 5-8.
- Caamaño, A. (1997). *Monográfico de Alambique N.º 12 sobre «Lenguaje y comunicación en ciencias»*. Recuperado de <https://www.grao.com/es/producto/lenguaje-y-comunicacion-en-ciencias>
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 370-380.
- Cañal, P. (2011). ¿Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (68), 42-59.
- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la biología: ¿cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Alambique*, (41), 27-41.
- Cañas, A. y Martín-Díaz, M. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (66), 80-87.
- Castelblanco, I. y Peña, K. (2013). *Efectos fisiológicos de Cannabis sativa a nivel cerebral, cardíaco y pulmonar en estudiantes universitarios consumidores, con edades de 18 a 30 años* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Chamizo, J. E. y Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto. Una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46(1), 9-17.
- Chaparro, L. E. (2004). Uso de los casos clínicos como estrategia didáctica en la enseñanza de la anestesia. *Revista Colombiana de Anestesiología*, XXXII(4), 281-284.
- Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Por la cual se expide la Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994].
- Cubero, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada.
- Del Bosque, J., Fernández, C. y Sánchez, R. (2013). El problema del consumo de cannabis: el papel del sector salud. *Salud Mental*, 36(2), 149-158.
- Del Moral, M. y Fernandez, L. (2009). Capítulo 1. Conceptos fundamentales en drogodependencias. En P. Lozano, *Drogodependencias* (pp. 1-25). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Del Olmo, R. (1992). *¿Prohibir o domesticar? Políticas de drogas en América Latina*. Caracas: Editorial Nueva Sociedad.
- Escobar, I., Berrouet, M. y González, D. (2009). Mecanismos moleculares de la adicción a la marihuana. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38(1), 126-142.

- Espada, J., Méndez, X., Grittin, K. y Bolvin, G. (2003). Adolescencia: consumo de alcohol y otras drogas. *Papeles del psicólogo*, 23(84), 9-17.
- Gobierno Nacional de la República de Colombia (2014). *Estudio nacional del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia 2013*. Bogotá.
- Gutiérrez, A. (2006). PISA y la evaluación de la alfabetización científica . Investigación en la Escuela, 65-77.
- Guzmán, M. y Galve, I. (2009). Endocannabinoides: un nuevo sistema de comunicación en el cerebro. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 177-193.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Capítulo 14. Recolección y análisis de los datos cualitativos. En R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación* (pp. 392-407). México: McGraw-Hill.
- Jiménez, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. De Pro, *Enseñar Ciencias* (pp. 119-142). Barcelona: Grao.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar investigación-acción*. Barcelona: Editorial Laertes.
- Martínez, J. (2007). *La enseñanza para la comprensión: una aplicación en el aula*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Maturana, H. y Varela, F. (1998). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: La organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Ministerio de Educación Nacional (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Moreno, C., Castelblanco, I., Peña, K., Sandoval, M., Zamudio, J. y Prieto, A. (2016). *Efectos del consumo del THC (Delta-9-tetrahidrocannabinol) en el sistema nervioso, circulatorio, respiratorio, endocrino e influencia en la capacidad cognitiva, de consumidores universitarios habituales*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- National Institute on Drug Abuse (2013). *Serie de reportes de investigación. Abuso de la marihuana*. Recuperado de <https://www.drugabuse.gov/es/publicaciones/serie-de-reportes/la-marihuana/que-es-la-marihuana>
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.
- Ordoñana, J. G. (2002). Amenaza y persuasión en mensajes de salud sobre consumo de alcohol: de la teoría a la práctica. *Adicciones*, 14(4), 479-485.

- Organización Panamericana de la Salud (2005). *Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas*. Washington D.C.: World Health Organization.
- Perkins, D. (1999). Capítulo 2. ¿Qué es la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 69-92). Argentina: Paidós.
- Pogré, P. (2004). *¿Cómo enseñar para que los chicos comprendan?* Buenos Aires: Papers Editores.
- Pratap, B. y Komiyenko, A. (2012). Toxic Effects of Marijuana on the Cardiovascular System. *Cardiovasc Toxicol*, 12(2), 143-148.
- Real Academia Española: Diccionario de la lengua española (2014). En *Real Academia Española*. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=contexto>
- Rodríguez, P. y Rodríguez, L. (1999). Principios técnicos para realizar la anamnesis en el paciente adulto. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 15(4), 409-414.
- Rojas, D. A. y Barreto, J. W. (2015). *Más allá del Cannabis: ¿Un problema en contexto!* Bogotá.
- Rojas, D. y Barreto, W. (2014, abril). Concepciones de los estudiantes frente al consumo de sustancias psicoactivas, como punto de partida para contextualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso. Ponencia presentada en *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, General Roca, Argentina.
- Ross, M. H. y Wojciech, P. (2006). *Histología: Texto y atlas color con biología celular y molecular*. 5.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana S. A.
- Sagastizábal, M. y Perlo, C. (2006). *La investigación-acción como estrategia de cambio en las organizaciones*. Buenos Aires: Stella.
- Sanmartí, N. (2009). Avaluar per desenvolupar competències. Avaluar competències. *Guix. Elements d'Acció Educativa*, 359, 49-53.
- Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Aula de didáctica*, (67), 62-69.
- Sierra, D., Pérez, M., Pérez, A. y Núñez, M. (2005). Representaciones sociales en jóvenes consumidores y no consumidores de sustancias psicoactivas. *Adicciones*, 17(4), 349-360.
- Slapak, S. y Grigoravicius, M. (2007). Consumo de drogas: la construcción de un problema social. *Anuario de investigaciones*, XIV, 239-249.

- Stone, M. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la teoría y la práctica* (pp. 95-126). Argentina: Paidós.
- Unger, C., Gray, D., Jaramillo, R. y Dempsey, R. (2008). ¿Qué piensan los alumnos sobre la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión: Vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 237-266). Buenos Aires: Paidós.
- Villanueva, L. I. (2009). Cómo redactar un caso clínico. *Revista Acta Ortopédica Mexicana*, 23(5), 315-316.



Tabla 1. Estándar de competencias en ciencias naturales para grados octavo y noveno

Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.	
Para lograrlo...	Acciones de pensamiento
...me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	Registro mis observaciones y resultados, utilizo esquemas, gráficos y tablas. Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos. Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.
...manejo conocimientos propios de la ciencia	Entorno vivo Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta la transferencia y el transporte de energía, así como su interacción con la materia.
	Entorno físico Establezco relaciones entre la energía interna de un sistema termodinámico, el trabajo y la transferencia de energía térmica; las expreso matemáticamente.
	Ciencia, tecnología y sociedad Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores.
...desarrollo compromisos sociales y personales	Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por los cambios corporales que estoy viviendo y que viven las demás personas.

Fuente: adaptación propia a partir de las acciones de pensamiento relacionadas con el sistema nervioso y las sustancias psicoactivas (MEN, 2004).

Tabla 2. Planeación del tópico generativo 1

<p><b>Tópico generativo 1:</b> comprendamos cómo comprendemos. Introducción al marco conceptual de la EpC.</p> <p><b>Meta de comprensión:</b> antes de iniciar el desarrollo de un tema en particular, los estudiantes comprenderán qué son las metas, los desempeños y la evaluación diagnóstica continua bajo el marco conceptual de la EpC.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <p><b>Dimensión de métodos:</b> diseñarán la presentación del diario de campo que guiará toda la investigación, en el cual será fundamental que definan los componentes del marco de la EpC.</p> <p><b>Dimensión de propósitos:</b> reconocerán que el diario de campo, además de ser un instrumento de recolección de información en la propia investigación, puede servir como guía para otros estudiantes investigadores.</p> <p><b>Dimensión de comunicación:</b> crearán maneras efectivas y creativas para representar los elementos de la EpC.</p> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> al final de la actividad, los estudiantes intercambiarán el nuevo diario de campo con algún compañero. Evaluarán si es claro el esquema explicativo del marco de la EpC y si las definiciones de cada uno de los elementos son correctas. Según estos criterios, otorgarán una nota apreciativa con una pequeña reflexión sobre lo que pueden mejorar.</p>
---

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 3. Matriz 1 de las dimensiones y niveles de la comprensión establecidos para el tópico generativo 1

DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	NIVELES DE LA COMPRENSIÓN		INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
MÉTODOS		La función de cada uno de los elementos de la EpC no los muestra como un paso fundamental para construir conocimiento.	Empieza a comprender que la función de cada uno de los elementos de la EpC es útil para construir conocimiento, pero aplica mecánicamente las definiciones.	Ve el valor de definir las funciones de los elementos de la EpC como un método simple para construir conocimiento confiable.	Usa una variedad de técnicas para definir la función de los elementos de la EpC porque los considera útiles para la construcción de conocimiento confiable.	22,8 %	
		22,8 %	22,8 %	25,7 %	5,7 %		
PROPÓSITOS		No es consciente de que el diario de campo es un instrumento de recolección de información y que, además, puede guiar futuras investigaciones.	Es consciente de que la recolección de información en el diario de campo es un objetivo de la investigación, pero no que puede guiar futuras investigaciones.	Con apoyo, puede identificar la utilidad del diario de campo como instrumento de recolección de información que puede guiar futuras investigaciones.	Busca espontáneamente e identifica objetivos de la utilización de un diario de campo como instrumento de recolección de información que puede guiar futuras investigaciones.	0 %	
		45,6 %	22,8 %	25,7 %	5,7 %		

Continúa

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN					
	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
COMUNICACIÓN	Los sistemas de símbolos son utilizados sin reflexión, lo que, como consecuencia, implica una mala ilustración de los elementos de la EpC.	Tiende a usar un solo sistema de símbolos para representar los elementos de la EpC.	El centro de atención está en el propio sistema de símbolos que utiliza, lo que interfiere con la representación de algunos elementos de la EpC.	Usa varios sistemas de símbolos como apoyo a la ilustración de los elementos de la EpC.	
	22,8 %	54,2 %	0 %	0 %	22,8 %

Fuente: elaboración propia a partir de Boix y Gardner (2008)

Tabla 4. Planeación del tópico generativo 2

<p><b>Tópico generativo 2:</b> ¿por qué es importante investigar sobre los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i>? Identifiquemos esta problemática en nuestro entorno.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán la importancia de establecer criterios para elegir a su grupo de investigación, así como la pertinencia de hacer investigaciones científicas en torno a las necesidades de su comunidad.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <p><b>Dimensión de métodos:</b> analizarán la tabla de sustancias psicoactivas más conocidas en el colegio como técnica para demostrar que el consumo de <i>Cannabis sativa</i> es un elemento relevante en su entorno social.</p> <p><b>Dimensión de propósitos:</b> como estudiantes investigadores pertenecientes a una comunidad científica, reconocerán las razones por las cuales es pertinente realizar una investigación sobre el consumo de <i>Cannabis sativa</i> y sus efectos en el sistema nervioso.</p> <p><b>Dimensión de comunicación:</b> establecerán de manera escrita sus compromisos como estudiantes, tanto individualmente en calidad de integrantes de un grupo de investigación.</p> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b></p> <p>Los estudiantes evaluarán si las razones por las cuales es pertinente realizar una investigación sobre el consumo de <i>Cannabis sativa</i> y sus efectos en el sistema nervioso involucran las necesidades de la comunidad a la que pertenecen y pueden ser estudiadas a partir del aprendizaje de la biología.</p>
--

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 5. Grupos de investigación 904

Grupo de investigación		Descripción de sus compromisos
1	Aprendices basados en la investigación	Conformado por 5 estudiantes (hombres), quienes se comprometieron a ser respetuosos, responsables, a tener buena presentación y a hacer las cosas bien.
2	Crazy Science	Conformado por 3 estudiantes (mujeres), quienes se comprometieron a ser ordenadas, responsables, respetuosas, cumplidas y a tener buena presentación.
3	Etloite	Conformado por 5 estudiantes (cuatro hombres y una mujer), quienes se comprometieron a ser responsables, creativos, a tener buenas ideas y a explotar sus habilidades artísticas.
4	The First Art Cientific	Conformado por 4 estudiantes (tres mujeres y un hombre), quienes se comprometieron a hacer dibujos, a escribir, a mejorar su conocimiento y a ser responsables, íntegros, inteligentes y amables.
5	Grupo de investigación femenino	Conformado por 5 estudiantes (mujeres), quienes se comprometieron a ser respetuosas, a tener actitud, comprensión, unión y ayuda.
6	Investigadores gaitanistas	Conformado por 3 estudiantes (dos hombres y una mujer), quienes se comprometieron a ser inteligentes, disciplinados, responsables, compañeristas y a respetar las diferentes ideas.
7	Las neurocientíficas	Conformado por 3 estudiantes (mujeres), quienes se comprometieron a contribuir con todas las capacidades para mantener un grupo bien estable y a dar a conocer sus investigaciones con creatividad.
8	New Science	Conformado por 5 estudiantes (mujeres), quienes se comprometieron a ser responsables, cumplidas, a tener actitud y a ser unidas.
9	Apart Science	Conformado por 2 estudiantes (mujeres), quienes se comprometieron a ser responsables y a superar todas las dificultades.

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 6. Matriz 2 de las dimensiones y niveles de la comprensión establecidos para el tópico generativo 2

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	El análisis que hacen a la tabla de sustancias psicoactivas más conocidas en su colegio no da evidencia de que sea un método para poder construir conocimiento a partir de su entorno.	Empiezan a comprender que hacer un análisis de la tabla de sustancias psicoactivas conocidas en su colegio es útil para construir conocimiento a partir de su entorno, sin embargo, lo hacen de manera mecánica.	Ven el valor de hacer un análisis a la tabla de sustancias psicoactivas más conocidas en su colegio como una posibilidad para construir conocimiento confiable a partir de su entorno escolar.	Perciben que hacer un análisis a la tabla de sustancias psicoactivas más consumidas en su colegio es un elemento confiable para construir conocimiento a partir de su entorno escolar y barrial.	N/A
	11,11 %	11,11 %	55,55 %	22,22 %	0 %
PROPÓSITOS	No muestran cómo el tener conocimientos sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana y la de su comunidad.	Exploran cómo el tener conocimientos sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana y en la de su comunidad, aunque requieran de apoyo porque los relacionan estrechamente con tareas escolares.	Con apoyo, reconocen que el tener conocimientos sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana y en la de su comunidad para modificar situaciones y conductas.	Espontáneamente perciben que el tener conocimientos sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso podría ser útil en su vida cotidiana y la de su comunidad para modificar situaciones y conductas que mejoren su entorno social.	0%
	11,11 %	0 %	0 %	88,88 %	0%

Fuente: elaboración propia a partir de Boix y Gardner (2008)

Tabla 7. Planeación del tópico generativo 4

<p><b>Tópico generativo 4:</b> ¿cuáles son los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el sistema nervioso?: La pregunta que actuará como nuestro contexto.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán los elementos que conforman un caso clínico y la importancia de reconstruir la anamnesis de un paciente para poder discutir su situación clínica.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de métodos:</b> elaborarán la anamnesis de un paciente consumidor de <i>Cannabis sativa</i>, como elemento fundamental de un caso clínico.</li><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> a través de la creación de la anamnesis del paciente consumidor, demostrarán que son conscientes de la audiencia y del contexto en el que será expuesto el caso clínico.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> el profesor evaluará la anamnesis construida por cada grupo de investigación e identificará la presencia de algunos de los elementos básicos de un caso clínico perteneciente a un paciente consumidor de <i>Cannabis sativa</i>.</p>
--

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 8. Concepciones más relevantes sobre la definición de sustancias psicoactivas y los efectos fisiológicos y socioeconómicos del consumo de *Cannabis sativa*



Pregunta	Concepciones más relevantes	Porcentaje (% estudiantes que incluyen esta definición en su respuesta*/100 %)
Para ti, ¿qué es una sustancia psicoactiva?	Es una sustancia que afecta el cuerpo.	62,85 %
	Es una droga.	31,42 %
	Es una sustancia que afecta el sistema nervioso.	14,28 %
¿Qué efectos produce en el cuerpo humano el consumo de marihuana?	Afecta el cerebro.	34,28 %
	Las personas pierden el conocimiento.	17,14 %
	Hace alucinar.	17,14 %
	Se dañan los pulmones.	14,28 %
	Puede dar un paro cardíaco.	11,42 %
¿Qué efectos produce a nivel social y económico el consumo de marihuana?	Que la persona robe.	20 %
	Afecta a la sociedad.	14,28 %
	Dejar sin plata a la persona.	11,42 %

Fuente: Rojas y Barreto (2014)

Las respuestas que describe un estudiante pueden estar incluidas en más de una de las categorías, por ello cada una se hace sobre el 100 % de la población (Rojas y Barreto 2014).

Tabla 9. Matriz 3 de las dimensiones y niveles de la comprensión establecidos para el tópico generativo 4

NIVELES DE LA COM- PRENSIÓN DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
	La anamnesis del paciente consumidor de Cannabis sativa que crean no permite la elaboración de un caso clínico para construir conocimiento en relación con los efectos de esta sustancia en el sistema nervioso.	Empiezan a comprender que la elaboración de un caso clínico puede ser útil para construir conocimiento en relación con los efectos de la Cannabis sativa en el sistema nervioso, pero hacen mecánicamente la construcción de la anamnesis del paciente consumidor.	Ven el valor de elaborar un caso clínico como un método para construir conocimiento confiable en relación con los efectos de la Cannabis sativa en el sistema nervioso, sin embargo, utilizan pocos elementos para construir la anamnesis del paciente consumidor de Cannabis sativa.	Usan una variedad o pocos elementos, pero de manera sofisticada para elaborar la anamnesis del paciente consumidor de Cannabis sativa, porque perciben que la elaboración de un caso clínico puede ser un método para construir conocimiento confiable en relación con los efectos de esta sustancia en el sistema nervioso.	0 %
MÉTODOS	44,44 %	22,22 %	22,22 %	11,11 %	0 %

Continúa

NIVELES DE LA COM- PRENSIÓN DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
	La anamnesis del pa- ciente consumidor de Cannabis sativa que crean no toma en cuen- ta el contexto en el que posteriormente será expuesto el caso clíni- co, dado que no perte- nece a la realidad de la comunidad educativa.	La anamnesis del pa- ciente consumidor de Cannabis sativa que crean no toma en cuen- ta el contexto en el que posteriormente será ex- puesto el caso clínico, dado que es alejada de la realidad de la comu- nidad educativa.	Con apoyo, la anam- nesis del paciente con- sumidor de Cannabis sativa que crean toma en cuenta el contexto en el que posteriormen- te será expuesto el caso clínico, ya que reco- noce algunos intereses, necesidades y antece- dentes de la comunidad educativa respecto a este tema.	La anamnesis del pa- ciente consumidor de Cannabis sativa que crean, toma en cuenta al contexto en el que posteriormente será expuesto el caso clíni- co, ya que reconoce las necesidades, intereses y antecedentes de la comunidad educativa.	N/A
COMUNICACIÓN	44,44 %	0 %	0 %	5,55 %	0 %

Fuente: elaboración propia a partir de Boix y Gardner (2008)

Tabla 10. Datos de los pacientes consumidores de *Cannabis sativa* creados por los grupos de investigación que se ubicaron en el nivel de maestría en la dimensión de propósitos del tercer bucle

Grupo de investigación	Datos del paciente consumidor de Cannabis sativa creado en la descripción de la anamnesis			
	Edad	Sexo	Ocupación	Escolaridad
The First Art Cientific	16	Mujer	Estudiante / Cantante	Bachillerato
Crazy's Sciences	19	Hombre	Estudiante Universitario	II Semestre
New Science	15	Hombre	Estudiante	Bachillerato
Investigadores gaitanistas	23	Hombre	Expendedor	Bachillerato
Science Apart	18	Hombre	Estudiante	Bachillerato

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Planeación de los tópicos generativos 5, 6, 7 y 8

<p><b>Tópico generativo 5:</b> ¿cuáles son las células del sistema nervioso?</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán la función de la neurona, así como las estructuras y funciones de diferentes tipos de neuronas y neuroglíocitos.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de contenido:</b> en el diario de campo crearán un atlas de células del sistema nervioso con información relevante sobre sus estructuras y funciones.</li><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> transformarán simples esquemas de células del sistema nervioso en unas buenas fotografías.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> los estudiantes presentarán un quiz sobre células del sistema nervioso para comprobar el nivel de comprensión adquirido.</p>	<p><b>Tópico generativo 6:</b> construyamos una neurona para comprender su funcionamiento. Práctica de laboratorio.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán el funcionamiento de una neurona, los conceptos de potencial de reposo, potencial de acción, impulso nervioso, despolarización y el transporte de los iones Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> a través de la membrana.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de contenido:</b> explicarán el funcionamiento de una neurona a través del montaje de un circuito eléctrico simple.</li><li>▪ <b>Dimensión de métodos:</b> formularán una hipótesis sobre lo que ocurre por la entrada de Na<sup>+</sup> a la neurona, la cual comprobarán a través de la experimentación.</li><li>▪ <b>Dimensión de la comunicación:</b> esquematizarán los conceptos de potencial de reposo, potencial de acción, impulso nervioso y despolarización.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> a partir de una discusión de resultados, los estudiantes evaluarán la práctica de laboratorio de un grupo de investigación diferente al suyo. También harán aportes y críticas constructivas a sus resultados.</p>
---	--

<p><b>Tópico generativo 7:</b> ¿cuáles son los efectos del consumo de Cannabis sativa en la fisiología general de una sinapsis?</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán el funcionamiento de las sinapsis eléctricas y químicas, el mecanismo modulador del THC en la sinapsis, las funciones de algunos neurotransmisores y los efectos inmediatos en la liberación de algunos neurotransmisores tras el consumo de Cannabis sativa.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de contenido:</b> explicarán los cambios en la conducta de un consumidor de Cannabis sativa debido a la modulación en la liberación de algunos neurotransmisores.</li><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> representarán su conocimiento sobre la fisiología de las sinapsis eléctricas y químicas por medio de ilustraciones explicativas.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> el profesor comprobará el nivel de comprensión a partir de una guía ilustrada que los estudiantes construirán sobre los tipos de sinapsis y con las conclusiones a las que lleguen sobre los efectos inmediatos en la liberación de algunos neurotransmisores tras el consumo de Cannabis sativa.</p>	<p><b>Tópico generativo 8:</b> ¿cómo funciona el cerebro humano? Práctica de laboratorio.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán el funcionamiento de los distintos lóbulos y áreas de la corteza cerebral, las funciones del cerebelo y del bulbo raquídeo y el funcionamiento del sistema de recompensa cerebral de un sujeto que consume Cannabis sativa.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de contenido:</b> construirán una fotografía explicativa del encéfalo con ejemplos de la vida cotidiana para explicar las funciones de las estructuras que lo componen.</li><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> explicarán de manera oral las funciones de las estructuras que componen el encéfalo humano y el funcionamiento del sistema de recompensa cerebral cuando un sujeto consume Cannabis sativa.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> la guía de laboratorio tendrá unos numerales que solicitarán la evaluación del profesor. A través de la explicación que los estudiantes den sobre algunas funciones de los lóbulos y las áreas del encéfalo, se medirá cuál ha sido el nivel de comprensión adquirido. Adicionalmente, pondrán en juego sus comprensiones al completar la fotografía de un encéfalo gigante con el nombre y la localización de las estructuras estudiadas, complementadas con un ejemplo de la vida cotidiana que ilustre las respectivas funciones.</p>
--	--

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 12. Matriz 4 de la dimensión de contenidos y niveles de la comprensión establecidos para los tópicos generativos 5, 6, 7 y 8

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN		PREGUNTAS				
		INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
CONTENIDOS	*	Faltan conceptos disciplinarios para explicar la importancia de las células del sistema nervioso. Prevalecen las creencias intuitivas.	Mezcla fragmentos de conocimiento disciplinario para explicar la importancia de las células del sistema nervioso.	Aunque utiliza conceptos disciplinarios para explicar la importancia de las células del sistema nervioso, estos aparecen de manera fragmentada, lo cual demuestra que no guardan total coherencia con los marcos de la disciplina científica.	Prevalecen los conceptos disciplinarios, en consonancia con los marcos de referencia de la disciplina científica, para explicar la importancia del nivel celular en la constitución del sistema nervioso.	N/A
		34,28 %	11,42 %	14,28 %	0 %	40 %
	1	No logra explicar por qué, a nivel neuronal, un sujeto presenta pérdida de la memoria a corto plazo cuando consume Cannabis sativa y tampoco identifica conceptos básicos como dendrita, axón, botón terminal, sinapsis, neurona presináptica y postsináptica, entre otros.	No logra explicar por qué, a nivel neuronal, un sujeto presenta pérdida de memoria a corto plazo cuando consume Cannabis sativa. Sin embargo, identifica conceptos básicos como dendrita, axón, botón terminal, sinapsis, y neurona presináptica y postsináptica, entre otros.	Explica de manera fragmentada por qué, a nivel neuronal, un sujeto presenta pérdida de memoria a corto plazo cuando consume Cannabis sativa y utiliza conceptos básicos como dendrita, axón, botón terminal, sinapsis, neurona presináptica y postsináptica. También utiliza otros conceptos más complejos, como receptores CB <sub>1</sub> , potencial de reposo, potencial de acción y despolarización.	Explica de manera coherente con los marcos de la disciplina científica por qué, a nivel neuronal, un sujeto presenta pérdida de memoria a corto plazo cuando consume Cannabis sativa y utiliza conceptos básicos como dendrita, axón, botón terminal, sinapsis, neurona presináptica y postsináptica. También utiliza otros conceptos más complejos, como receptores CB <sub>1</sub> , potencial de reposo, potencial de acción y despolarización.	22,85 %
		17, 14 %	31,42 %	5,71 %	22,85 %	22,85 %

Continúa

NIVELES DE LA DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	PREGUNTAS	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
		No describe los fenómenos de tolerancia y abstinencia asociados al consumo de Cannabis sativa de manera coherente con los marcos de la disciplina científica.	Describe la tolerancia y la abstinencia como fenómenos asociados al consumo de Cannabis sativa. Sin embargo, no las relaciona con el funcionamiento cerebro.	Describe la tolerancia y la abstinencia como fenómenos asociados al consumo de Cannabis sativa y las relaciona con el funcionamiento del cerebro.	Describe la tolerancia y la abstinencia, como fenómenos asociados al consumo de Cannabis sativa de manera coherente con los marcos de la disciplina científica y las relaciona con el funcionamiento del cerebro.	N/A
CONTENIDOS	2 y 3	25,71 %	54,28 %	8,57 %	5,71 %	5,71 %
	4	No localiza las áreas y los lóbulos del encéfalo de manera coherente con los marcos de la disciplina científica.	Localiza algunas áreas y lóbulos del encéfalo de manera coherente con los marcos de la disciplina científica, pero no reconoce sus funciones.	Localiza algunas áreas y lóbulos del encéfalo, y reconoce algunas de sus funciones, aunque no todas son coherentes con los marcos de la disciplina científica. Además, establece algunas relaciones con regiones afectadas por el consumo de Cannabis sativa.	Localiza algunas áreas y lóbulos del encéfalo, y reconoce sus funciones de manera coherente con los marcos de la disciplina científica. Además, establece algunas relaciones con las regiones afectadas por el consumo de Cannabis sativa.	
		2,85 %	42,85 %	28,57 %	14,27 %	11,42 %

Fuente: elaboración propia a partir de Boix y Gardner (2008)



Tabla 13. Planeación de los tópicos generativos 9 y 10

<p><b>Tópico generativo 9:</b> Los estudiantes escribirán el caso clínico del paciente consumidor de Cannabis sativa.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán la importancia de elaborar un proyecto final de síntesis como evidencia de sus desempeños de comprensión logrados por medio del diseño y sistematización de un póster científico sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en un paciente consumidor hipotético, producto de su cotidianidad.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de contenidos:</b> reconstruirán la anamnesis del paciente consumidor de Cannabis sativa y seleccionarán el conocimiento científico necesario para explicar los efectos que presenta en su sistema nervioso mediante la sección del póster científico denominada exploración realizada.</li><li>▪ <b>Dimensión de métodos:</b> confrontarán los resultados de otras investigaciones y puntos de vista de otros autores con los hallazgos de su caso clínico a través de las secciones del póster científico, denominadas exploración realizada, pruebas diagnósticas empleadas y discusión.</li><li>▪ <b>Dimensión de propósitos:</b> concluirán con los hallazgos más importantes en el caso clínico del paciente consumidor hipotético. Esto constituye una estrategia para generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa.</li><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> redactarán cada una de las secciones que componen un caso clínico para posteriormente comunicarlas a través del diseño de un póster científico.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> cuando los estudiantes tengan la aprobación para imprimir el póster por parte del profesor, significará que han alcanzado la meta de comprensión para este tópico generativo.</p>
--

<p><b>Tópico generativo 10:</b> «Efectos del consumo de Cannabis sativa». Panel de conferencias.</p> <p><b>Metas de comprensión:</b> los estudiantes comprenderán la importancia de divulgar los estudios científicos sobre el consumo de Cannabis sativa y los efectos en el sistema nervioso como una estrategia para generar una toma de decisiones responsables frente al consumo de esta sustancia.</p> <p><b>Desempeños de comprensión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Dimensión de comunicación:</b> los estudiantes comunicarán oralmente la publicación científica a la comunidad educativa y a jurados externos.</li></ul> <p><b>Evaluación diagnóstica continua:</b> el indicativo de que los estudiantes han alcanzado la meta de comprensión será el interés que la comunidad académica pueda sentir por conocer su investigación y los desempeños que saquen a flote para generar una toma de decisiones responsables en la comunidad frente al uso de esta sustancia. Por otro lado, habrá jurados externos expertos en el tema que les darán sugerencias y aportes a su publicación científica.</p>
---

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 14. Matriz 5 de las dimensiones y niveles de la comprensión establecidos para los tópicos generativos 9 y 10

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN					N/A
	INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	
CONTENIDOS	No se evidencia la reconstrucción de la anamnesis ni se refleja que hayan seleccionado el conocimiento científico necesario para explicar los efectos en el sistema nervioso del paciente consumidor de Cannabis sativa.	Se evidencia una reconstrucción de la anamnesis y que reconocen si los efectos que presenta el paciente consumidor de Cannabis sativa en el sistema nervioso son a corto, mediano o largo plazo, pero no los logran explicarlos a nivel neuronal o del encéfalo.	Se evidencia una reconstrucción de la anamnesis y reconocen si los efectos que presenta el paciente consumidor de Cannabis sativa en el sistema nervioso son a corto, mediano o largo plazo, pero en la explicación, ya sea a nivel neuronal o del encéfalo, presenta algunas contradicciones con los marcos de la disciplina científica.	Se evidencia una reconstrucción de la anamnesis y muestran una explicación, ya sea a nivel de neuronas o del encéfalo, coherente con los marcos de la disciplina científica para justificar los efectos (a corto, mediano o largo plazo) que presenta el paciente consumidor de Cannabis sativa en el sistema nervioso.	11,11 %
	22,22 %	11,11 %	11,11 %	44,44 %	11,11 %

Continúa

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN		DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN				
		INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
MÉTODOS		No confrontan resultados de otras investigaciones y otros autores con los hallazgos de su caso clínico.	Confrontan resultados de otras investigaciones y otros autores con los hallazgos de su caso clínico, pero el sano escepticismo no es muy evidente, dado que simplemente utilizan el ejercicio para demostrar que han acertado.	Con apoyo, pueden ser escépticos en la confrontación de resultados de otras investigaciones y otros autores con los hallazgos de su caso clínico, dudan y son críticos ante lo que toman como contenido científico, sin embargo, en ocasiones, ponen en cuestión cualquier creencia o conocimiento de manera contradictoria.	Dudan y son críticos en la confrontación de resultados de otras investigaciones y otros autores con los hallazgos de su caso clínico, por lo que reconocen que el conocimiento es humanamente construido, racionalmente discutible, guiado por un marco y provisorio.	
		22,22 %	11,11 %	0 %	55,55 %	11,11%

Continúa

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN		DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN			
		INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA
<b>PROPÓSITOS</b>		Sus conclusiones no se muestran o tienen poca relación entre lo que aprendieron sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso y la posibilidad de generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa.	Presentan conclusiones, pero son débiles en relación con lo aprendido sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso y ante la posibilidad de generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa.	Con apoyo, sus conclusiones evidencian que exploran el potencial de haber aprendido sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso y la posibilidad de generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa.	Sus conclusiones evidencian que usan el conocimiento sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa en el sistema nervioso, en la posibilidad de generar una toma de decisiones responsable frente al consumo de esta sustancia en la comunidad educativa.
		0 %	22,22 %	0 %	55,55 %
					22,22 %

Continúa

NIVELES DE LA COMPRENSIÓN		INGENUO	PRINCIPIANTE	APRENDIZ	MAESTRÍA	N/A
DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN						
COMUNICACIÓN		La redacción de cada una de las secciones del caso clínico (el título, la exposición del caso, la discusión y las conclusiones) no sigue las reglas establecidas.	Con ayuda, siguen las reglas establecidas para redactar con éxito cada una de las secciones de un caso clínico (el título, la exposición del caso, la discusión y las conclusiones).	Se comprometen con la buena redacción de las secciones del caso clínico, según las reglas establecidas (el título, la exposición del caso, la discusión y las conclusiones).	Elaboran con buena redacción cada una de las secciones del caso clínico (el título, la exposición del caso, la discusión y las conclusiones), según las reglas establecidas: un claro estilo, flexibilidad y expresividad.	11,11 %
		0 %	33,33 %	0 %	55,55 %	

Fuente: elaboración propia a partir de Boix y Gardner (2008)

Tabla 15. Algunas conclusiones de los grupos de investigación que se ubicaron en el nivel de maestría en la dimensión de propósitos en el quinto bucle

Grupo de investigación	Conclusión
The First Art Cientific	«Las consecuencias del consumo no solo las obtiene dicha paciente la cual se encuentra en estado de gestación, sino también afectaría a su hijo», «Se recomienda a los estudiantes trabajar sobre este tema a profundidad, ya que con esto se pueden tomar mejores decisiones frente al consumo».
Aprendices basados en la investigación	«En conclusión, si el paciente vuelve a consumir puede presentar el síndrome amotivacional; haciendo que el paciente se vuelva aislado, aburrido, insípido, cambie su forma de vestir, a descuidar su aseo personal y ya no es igual en cualquier forma. Se debe tratar de hacerlo caer en cuenta para que pueda volver a su hogar como el mismo de antes».
Etloite	«Se le recomienda al paciente que busque ayuda profesional, que le ayude a superar su dependencia a la droga, que él permita y ayude con su rehabilitación y que se informe más sobre los efectos que causa aquella droga en su cuerpo, ya que no solamente trae problemas cerebrales, sino también causa problemas sociales, ya que si lo comprende, esto le traerá un mejor futuro tanto para su salud, como para su vida diaria», «Se invita a otros estudiantes a investigar más sobre el tema de las drogas; ya que como el Cannabis sativa existen muchas drogas, con las cuales se van a ver atraídos, o van a tener la oportunidad de consumirlas, pero que les causan mucho daño a su cuerpo».
Investigadores gaitanistas	«Se recomienda como estudiantes investigadores que el paciente no continúe fumando porque ya presenta problemas en su sistema nervioso y puede adquirir trastornos mentales, trastornos de ansiedad y síndrome amotivacional», «También recomendamos el estudio de otras drogas por ejemplo la cocaína y la heroína ya que son perjudiciales para la salud y tienen diferentes efectos».
Science Apart	«Después de todos estos procedimientos se concluyó que el Cannabis sativa es una sustancia que hace daño en el sistema nervioso, sobre todo en nuestro cerebro y a nivel psicológico también», «Gracias a esto se aprendió más sobre esta sustancia, sobre nuestro sistema nervioso central, también que en la adolescencia el cannabis puede afectar nuestra memoria a largo y corto plazo», «También estos cambios cerebrales se relacionan con deficiencias cognitivas y con un aumento del riesgo de desarrollar problemas psiquiátricos».

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Títulos de los casos clínicos de los grupos de investigación que se ubicaron en el nivel de maestría en la dimensión de comunicación en el quinto bucle

Grupo de investigación	Título del caso clínico
<i>The First Art Cientific</i>	Investigación, arte y ciencia experimentada en un paciente cannábico
<i>Aprendices basados en la investigación</i>	Buscando una explicación al consumo de <i>Cannabis sativa</i>
<i>Etloite</i>	Efectos del <i>Cannabis sativa</i> en un estudiante consumidor
<i>Investigadores gaitanistas</i>	Nueva ciencia experimentada <i>Cannabis sativa</i>
<i>Science apart</i>	La vida de un consumidor en el mundo de la <i>Cannabis</i>

**Fuente:** elaboración propia



## CAPÍTULO IV

# Enseñanza del sistema nervioso y desarrollo de actitudes científicas en estudiantes de grado noveno

Yesika Mayuly Hernández González<sup>1</sup> y Sandra Milena Sanabria<sup>2</sup>

Un maestro debe acercarse a las problemáticas escolares a través de la enseñanza; en este caso, desde la disciplina de la biología, debe aportar al diseño e implementación de nuevas propuestas didácticas que permitan a los estudiantes no solo comprender conceptos, sino también desarrollar actitudes que puedan integrar en su vida cotidiana, dado que una situación preocupante es el uso y abuso de sustancias psicoactivas; problemática que se ha visto en aumento en los adolescentes colombianos que de manera elevada han incrementado el consumo de marihuana desde edades tempranas y con poco conocimiento sobre los efectos que produce esta droga en el cuerpo humano.

Por lo anterior, se diseñó una propuesta pedagógica llamada *Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*. Fue implementada en el colegio Bravo Páez, bajo el modelo pedagógico social-cognitivo y contó con la participación de 32 estudiantes de grado noveno.

Para el análisis de la investigación se tuvieron en cuenta cinco casos de estudio, entre ellos, el de un estudiante en proceso de rehabilitación por consumo, dos consumidores esporádicos, un consumidor activo y un potencial consumidor de *Cannabis sativa*, para el desarrollo de actitudes científicas, como la argumentación, metacognición, trabajo en equipo y resolución de problemas, que permitieron la comprensión del sistema nervioso y una posible toma de decisiones responsables frente al consumo, promoviendo de esta manera hábitos saludables y de autocuidado.

1 Licenciada en Biología, Proyecto Curricular: Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2 Docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Colegio Bravo Páez.

Finalmente, se obtuvieron resultados en cada uno de las componentes: cognoscitiva, emotiva y comportamental. Del mismo modo, todos los casos desarrollaron actitudes argumentativas y metacognitivas, con lo que se logró no solo aprender conceptos, también desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior, producto de la interacción social y el uso del lenguaje, puesto que también potencializaron actitudes, como trabajo en equipo y resolución de problemas, mostrando, así, sentimientos de interés y compromiso por trabajar de manera colectiva, y relacionando conceptos para resolver preguntas de investigación con las que vincularon la problemática del consumo de *Cannabis sativa*.

## Introducción

Para un maestro es importante que, a través de la enseñanza, en este caso, la disciplina de la biología, se puedan implementar nuevas propuestas didácticas que les permitan a los estudiantes no solo aprender conceptos, también actitudes que integren a su vida cotidiana, y contribuyan a la formación de niños y jóvenes que puedan tomar decisiones responsables frente al consumo de la marihuana.

Actualmente, el consumo de drogas representa un problema de salud pública en Colombia y en el mundo; problemática que se está incrementando en instituciones educativas del país, de manera que, la Oficina Contra las Drogas y el Delito de las Naciones Unidas UNODC (2010) menciona que la prevalencia en América del Sur sigue siendo más baja que en América del Norte, cerca de un 3 % aproximadamente 7.3 a 7.5 millones de personas en edades de 15 a 64 años ha consumido cannabis al menos una vez en el último año.

Sin embargo, la máxima prevalencia de su uso se encuentra en Argentina, Chile y Uruguay, con un aumento de estudiantes de secundaria que consumen marihuana, así: 15,6% en Chile, 14,8% en Uruguay y 8,4% en Colombia. Estas tasas han incrementado entre los 13 y los 17 años de edad y han alcanzado su mayor nivel en personas entre los 18 y 25 años.

Del mismo modo, a nivel nacional, la problemática también está en aumento, pues desde la década de los sesenta y setenta se reconoce un uso extendido de marihuana con fines recreativos, principalmente en la comunidad estudiantil de básica, media y universitaria. En los adolescentes colombianos, la edad promedio de inicio del consumo de esta sustancia está alrededor de los 17 años, tanto en hombres como en mujeres; y el inicio de consumo de alcohol y cigarrillo alrededor de los 12 años (Gobierno Nacional de la República de Colombia, 2014). A nivel local, con respecto al uso de sustancias psicoactivas en la ciudad de Bogotá, los estudios indican que la marihuana es la sustancia ilícita de mayor consumo en la ciudad.

El uso de *Cannabis sativa* puede producir algunos efectos a nivel cerebral, cardíaco y pulmonar. Por ejemplo, produce estados de relajación, poca concentración,

ansiedad, taquicardia, broncodilatación; y en dosis altas, se activa el sistema nervioso parasimpático con la presencia de bradicardia y broncoconstricción.

De acuerdo con lo anterior, y con base en el contexto nacional, es importante que desde la escuela se genere prevención del consumo de sustancias como el *Cannabis sativa*, principalmente en estudiantes de educación básica y media; pues, así como menciona Cañal (2004), se deben promover conocimientos biológicos funcionales e integrados en la vida cotidiana, para que los estudiantes puedan actuar correctamente ante su realidad sociocultural, posicionando, de esta manera, la enseñanza de la ciencias, no solo en lo que respecta a los conocimientos de orden conceptual y procedimental, también a los actitudinales, pues algunos autores como Afanador y Mosquera (2012) señalan que las actitudes son «centros de aprendizaje, enmarcados por los valores personales y sociales que han de ayudar a los estudiantes a tomar sus propias decisiones frente a los cambios socioculturales».

Es por esta razón que se planteó una propuesta de investigación que busca desarrollar actitudes científicas para la comprensión del sistema nervioso y la toma de decisiones responsables frente al consumo de *Cannabis sativa* en estudiantes consumidores de grado noveno, de la institución educativa Bravo Pérez. Dicha propuesta está basada en el modelo pedagógico social-cognitivo, y relaciona el uso de sustancias psicoactivas y los efectos que produce el consumo de marihuana en el sistema nervioso y el cuerpo humano.

Esta investigación se hizo con estudiantes con edades promedio entre los 14 y 17 años. El proceso se evaluó a través de cuatro fases. La fase I, *Caracterización de la población y de la institución educativa*, tuvo como fin reconocer aspectos de orden personal, condiciones académicas y socioeconómicas de los estudiantes; también, la problemática del consumo de sustancias psicoactivas asociado a los factores de riesgo de consumo y las concepciones acerca del concepto de sistema nervioso. La fase II, planeación y diseño de una unidad didáctica titulada *Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*, estuvo basada en el modelo pedagógico social cognitivo; por su parte, la fase III, *Implementación de la propuesta didáctica*, se desarrolló en el curso 901 del colegio Bravo Pérez (IED), ubicado en la localidad Rafael Uribe Uribe; finalmente, la fase IV se centró en el análisis de los resultados obtenidos en los aprendizajes alcanzados por los estudiantes y las actitudes científicas desarrolladas para la toma de decisiones responsables frente al consumo de *Cannabis sativa*.

## Referentes teóricos

Los referentes teóricos que se consideraron para el desarrollo de la propuesta de investigación tuvieron en cuenta un componente pedagógico y un componente disciplinar; de tal manera que se encontraron marcos relacionados con el modelo pedagógico social-cognitivo, utilizado para orientar las clases; además de referentes

sobre las actitudes científicas y su relación con la enseñanza de las ciencias; y los marcos a nivel disciplinar expuestos en el primer capítulo de este libro, que incluyen aspectos relacionados con las generalidades del cannabis y los efectos del consumo de esta sustancia en el sistema nervioso y el cuerpo humano.

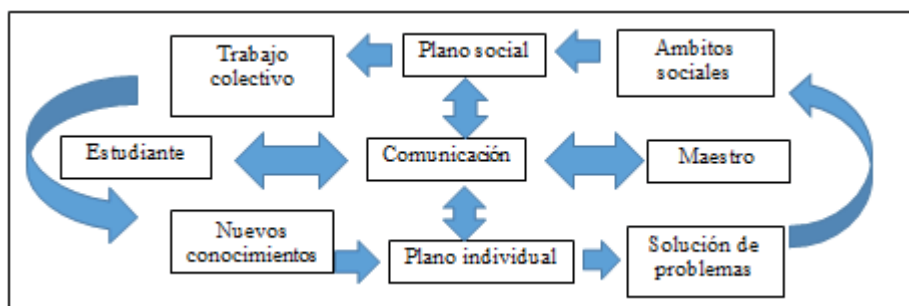
## Modelo pedagógico social-cognitivo

Esta propuesta pedagógica está basada en el modelo pedagógico social-cognitivo del colegio Bravo Páez (IED). Sin embargo, la construcción teórica se realizó a partir de los planteamientos de Vygotsky y Piaget, e incluyó los objetivos de aprendizaje y los principios pedagógicos que se deben tener en cuenta para orientar el desarrollo de las distintas actividades que pueden ponerse en marcha durante la implementación de una propuesta en la enseñanza de la biología.

Dicho lo anterior, el modelo pedagógico social-cognitivo se basa en los planteamientos de la psicología social de Vygotsky y cognitiva de Piaget, y permite formar a los estudiantes para la sociedad en permanente cambio, pues se espera que ellos mejoren su comunidad, por medio de la transformación social, a través de la solución de problemas cercanos a su contexto. Asimismo, los escenarios sociales permiten propiciar oportunidades de trabajo en forma cooperativa, en las que constantemente haya reflexión de dichos procesos que pueda dar cuenta de un aprendizaje crítico que aporte a los escenarios culturales y se convierta en razones para adquirir conocimiento que influya en sus proyectos de vida y en el intercambio de nuevos saberes.

Vygotsky considera que el desarrollo mental, lingüístico y social de los niños está apoyado y mejorado por la interacción social con otros niños, de manera que el modelo pedagógico social-cognitivo busca fomentar el aprendizaje a través de procesos de desarrollo que operan cuando los niños interactúan con personas de su entorno y colaboración de sus compañeros (Morrison, 2005). Por tal razón, es importante trabajar en el alumno roles de participación dinámica que vinculen el contexto al trabajo colectivo y a la resolución de problemas, a fin que les permita formar actitudes de compromiso y reflexión frente al aprendizaje. Según lo anterior, se diseñó un esquema (figura 1) que representa el modelo social-cognitivo con los principios básicos para trabajar en clase con los estudiantes.

Figura 1. Modelo social-cognitivo



**Fuente:** elaboración propia a partir de Vygotsky en Morrison (2005)

### *Principios básicos de trabajo.*

Para trabajar con un modelo pedagógico social-cognitivo es necesario tener en cuenta que durante una clase aparecen tres principios básicos. El primero de ellos es el trabajo colectivo. Indica que las actividades que se desarrollen bajo este modelo deben orientarse desde un plano individual y un plano colectivo, pues cuando los estudiantes trabajan en equipo, pueden fomentar sus aprendizajes interactuando con personas de su entorno, es decir, sus compañeros y profesores; además, pueden desarrollar habilidades, mejorar las relaciones con sus compañeros y en conjunto resolver dudas o preguntas. El segundo, la resolución de problemas, se enfoca en que los estudiantes puedan trabajar en la solución de un problema, preferiblemente contextual, y movilizar procesos motivacionales que los conduzca a integrar de manera activa sus aprendizajes, para lograr poner en práctica conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que los acerquen a resolver un problema y los preparen para enfrentarse con situaciones reales que puedan estar presentes en su entorno. El tercero, los nuevos conocimientos, tiene como propósito que durante una clase se le brinde al estudiante información que permita construir en él nuevos conocimientos, pero, también, de manera continua, caracterizar y reconocer los aprendizajes, dado que de esta manera se podrán identificar dificultades durante el proceso de aprendizaje y mejorar el diseño de actividades posteriores que se vayan a desarrollar.

### *Las actitudes y su relación con la enseñanza*

Según Rodríguez, Hernández, Muñoz, Lizarazo y Salamanca (2011) se ha podido establecer que existen muchas definiciones para el concepto de actitud y esto depende del enfoque investigativo. No obstante, la definición más común determina que la actitud es «el interés o desinterés hacia algo o hacia una situación» (Koballa, 1988, citado en Agostinuous y Donaghue, 2014, p. 75). De igual manera, Coll, Pozo,

Sarabia y Valls (1992) se refieren a la actitud mencionando que «una persona puede tener pensamientos y sentimientos hacia cosas o personas que le gustan o disgustan, y se manifiestan en la forma de hablar, de actuar y de comportarse» (Coll *et al.*, 1992, p. 149); es decir, como afirman Furió y Vilches (1997) «la predisposición de una persona por la cual tiende a reaccionar favorable o desfavorablemente hacia un objeto que puede ser una cosa, otra persona o una institución como la ciencia». Por lo anterior, es importante diferenciar las actitudes hacia la ciencia de actitudes científicas. En primer lugar, en las actitudes hacia la ciencia es predominante el elemento afectivo, que incluye las creencias, percepciones y afectos de los estudiantes hacia la ciencia y cualquier aspecto relacionado con el proceso de enseñanza-aprendizaje; mientras que en las actitudes científicas predomina el elemento cognitivo (Vázquez y Manassero, 1995) y se presupone que son valores y actitudes humanas que se forman al practicar la actividad científica (Furió y Vilches, 1997).

En el campo educativo, las actitudes son tendencias o predisposiciones con componentes conductuales, cognitivos y emotivos referente a un determinado objeto de actitud (Rodríguez *et al.*, 2011) que comprende cuatro componentes:

- **La cognoscitiva:** engloba las percepciones o ideas y creencias que constituyen la información importante (conocimiento) a favor o en contra que tiene la persona respecto de la conducta perseguida.
- **La afectiva:** hace referencia a los sentimientos personales de aceptación o rechazo del comportamiento perseguido.
- **La conativa o intencional:** tiene que ver con la intención o inclinación voluntaria (toma de decisiones) de llevar a cabo dicha intención o conducta.
- **La comportamental:** sería la observable directamente como conducta del sujeto en una situación específica (Furió y Vilches, 1997).

Algunas de las actitudes científicas que se pretenden potencializar en los estudiantes son la argumentación, metacognición, trabajo en equipo y la resolución de problemas. De esta manera la argumentación, vista como argumentación científica escolar, es concebida como un elemento fundamental en el aprendizaje de conocimientos y como un «procedimiento cognitivo lingüístico que da lugar a la producción de un texto que explica» (Revel *et al.*, 2005), y que se apoya en habilidades cognitivas que se vehiculizan a través del lenguaje oral o escrito, en textos que se entienden como unidades de sentido (Revel *et al.*, 2005). Así, el aprendizaje puede visualizarse a partir de los textos explicativos que tienen una estrecha relación con los contenidos que se enseñen y que son elaborados por los estudiantes. Asimismo, la metacognición es un factor fundamental en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, pues es «el conocimiento que los niños tienen de sus propios procesos cognitivos» (Flavell, 1976, citado en Campanario, 2000, p. 163); de esta manera, los estudiantes pueden manifestar actitudes reflexivas sobre los conceptos que aprenden.

Otra actitud es el trabajo en equipo, dado que es fundamental que los jóvenes puedan trabajar desde un plano individual y colectivo, potencializando, así, sus aprendizajes al interactuar con personas de su entorno y desarrollando habilidades que les permitan resolver dudas o preguntas; por esta razón, la actitud de trabajar en equipo se entiende como «la capacidad para interactuar de manera productiva, asumiendo compromisos y respondiendo por ellos» (Toro *et al.*, p. 18).

Finalmente, la resolución de problemas, vista como una actitud que, además de ser un elemento base para el aprendizaje, también lo es en la producción de conocimiento, y teniendo en cuenta que un problema define la oportunidad de poner en juego esquemas de conocimiento que exigen una solución, se puede afirmar que «significa una organización cognitiva, vinculación personal con una situación problema y construcción significativa de conocimientos, al igual que el desarrollo de nuevos conceptos y relaciones, desarrollo aptitudinal positivo y desarrollo de capacidades creativas» (García, 1998).

Una vez establecidas las actitudes que se quieren desarrollar, es importante considerar los marcos teóricos expuestos en el primer capítulo que serán abordados en clase, cuando se expliquen aspectos de orden sociocultural sobre el *Cannabis sativa*, como sus usos, compuestos y efectos en el organismo.

## Metodología

Esta investigación se situó bajo los referentes epistemológicos y ontológicos del paradigma sociocrítico, específicamente la investigación-acción (I-A); que, según Carr y Kemmis (1988), busca mejorar los procesos escolares producto de la revisión, el desarrollo y los planes de estudio generados en las escuelas. Además, se conoce como un espiral autorreflexivo de los bucles: planear, actuar, observar, reflexionar y luego replanificar la solución de problemas educativos.

La propuesta se desarrolló a través de una unidad didáctica titulada *Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*, que se realizó en el marco del modelo pedagógico social-cognitivo y se llevó a cabo con 32 estudiantes de grado noveno del colegio Bravo Páez (IED); una institución educativa ubicada en la localidad Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Bogotá. La edad de los estudiantes osciló entre los 14 y 18 años; y pertenecían a los estratos 1 y 2. Dentro del curso se encontraban estudiantes consumidores activos, esporádicos y no consumidores de *Cannabis sativa*.

Se retomaron algunas de las actitudes científicas que se pretendieron potencializar en los estudiantes, como la argumentación, el trabajo en equipo, la metacognición y la resolución de problemas (Furió y Vilches, 1997), que al final hicieron parte de las categorías, mediante el uso de la frase y la palabra como unidades para el análisis de contenido desde la perspectiva de Bardín (1986). Fueron evaluadas desde tres componentes que permitieron medir actitudes (cognoscitiva, afectiva y comportamental) para posteriormente establecer relaciones entre estas.



En cuanto a los instrumentos de recolección de la información que se utilizaron, aparece el diario de campo del profesor, el cual contiene los elementos de planeación que se desarrollaron, como el concepto, las estrategias y los objetivos de aprendizaje; asimismo, elementos de reflexión, como el seguimiento a los estudiantes, las posibles dificultades y las reflexiones sobre la clase y preguntas del maestro.

De igual manera, se hizo seguimiento a los escritos de los estudiantes, que incluyeron aspectos socioculturales del *Cannabis sativa*, entre ellos, el reconocimiento que hacen sobre el origen, usos y aspectos de legalización y terapéuticos de la marihuana. Se desarrollaron talleres y evaluaciones que permitieron acercarse a las respuestas de los estudiantes relacionadas con el conocimiento sobre el sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de *Cannabis sativa*.

Finalmente, dos entrevistas al grupo de estudiantes seleccionados que permitieron, en primer lugar, reconocer aspectos socioculturales de los estudiantes y del consumo de *Cannabis sativa*; y segundo, conocer el conocimiento adquirido sobre el consumo, además de las creencias que poseen los estudiantes frente a las drogas y algunas opiniones personales sobre la marihuana; de igual manera, se tuvieron en cuenta algunos videos que se utilizaron de las clases y que sirvieron como unidades de registro.

La figura 2 muestra las cuatro fases del proceso metodológico que se llevó a cabo a través de la investigación-acción (I-A). Está compuesta por tres bucles autorreflexivos: planear, actuar, observar y reflexionar.

La fase I correspondió al primer bucle, llamado *caracterización-contextualización*, cuya planeación-acción fue diseñar e implementar dos instrumentos; el primero permitió indagar sobre aspectos de orden personal, académico y sociocultural de los 32 estudiantes y el segundo sirvió para reconocer sus concepciones en relación con el sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano.

Al analizar los instrumentos, se identificó un acercamiento de los estudiantes de grado noveno hacia el consumo de *Cannabis sativa*; es por eso que se les aplicó una entrevista semiestructurada a cinco de ellos para establecer cómo se configuran frente al consumo de esta sustancia. De esta manera, se detectaron un estudiante en proceso de rehabilitación por consumo, dos consumidores esporádicos, un consumidor activo y un potencial consumidor de *Cannabis sativa*. Como reflexión en este bucle, se estableció la importancia de diseñar una propuesta didáctica que permitiera lograr en los estudiantes el desarrollo de actitudes científicas para la comprensión del sistema nervioso y la toma de decisiones responsables frente al consumo.

El segundo bucle se denominó *planeación y diseño*. Consistió en la elaboración de una propuesta didáctica, cuyo objetivo fue desarrollar actitudes científicas para la comprensión del sistema nervioso y la toma de decisiones responsables frente al consumo, teniendo en cuenta marcos teóricos de orden disciplinar y pedagógico,



con los que se pudieron diseñar once sesiones enmarcadas bajo el modelo social-cognitivo, e implementadas bajo cuatro fases, en las que los estudiantes, primero, debían consolidar una pregunta de investigación; segundo, reconocer aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa*; tercero, comprender las generalidades del sistema nervioso y efectos de la *Cannabis sativa* y, por último, resolver y exponer los resultados que obtuvieron de su pregunta de investigación.

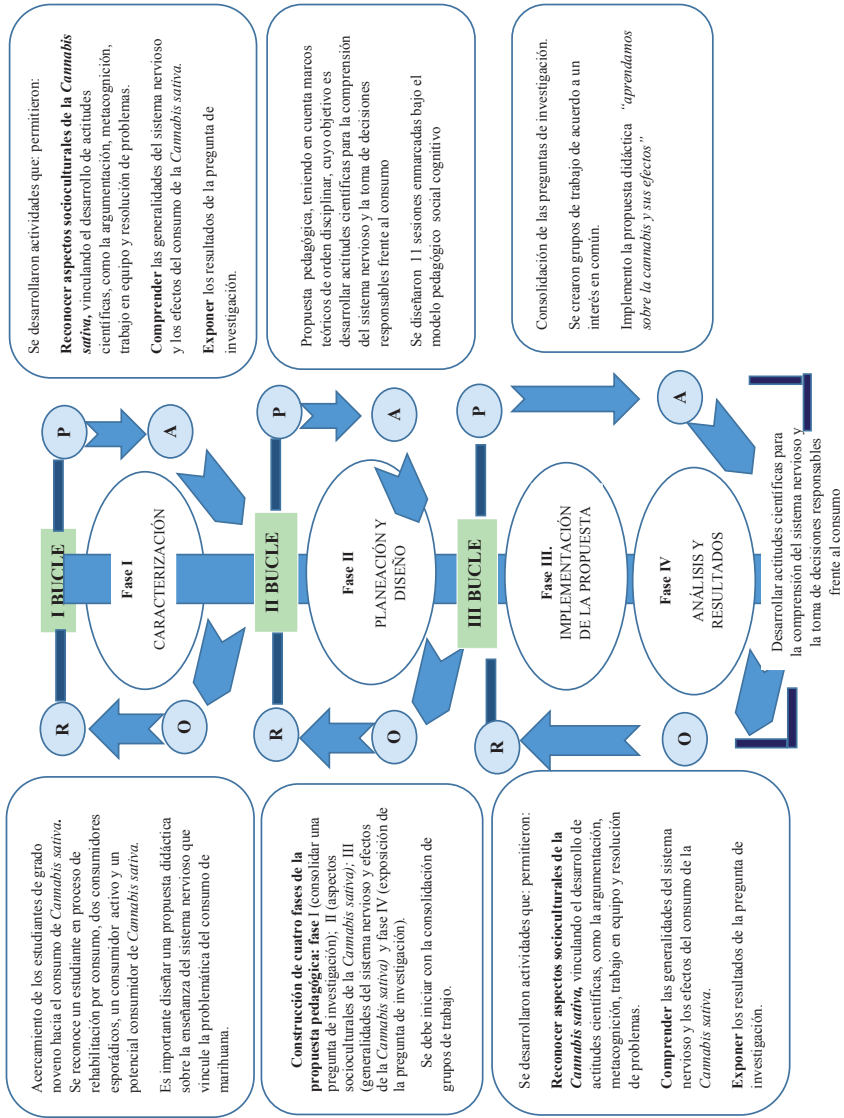
Finalmente, el tercer bucle comprendió las fases III y IV del diseño metodológico, y se llamó *implementación y análisis*; con este se puso en marcha la propuesta pedagógica con el fin de analizar los resultados de los aprendizajes alcanzados sobre el sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana; de igual manera, las actitudes científicas que desarrollaron los estudiantes.

Por otro lado, durante la *planeación y acción*, se consolidaron las preguntas de investigación y el producto final (poster científico); a partir de ahí se crearon grupos de trabajo de acuerdo con un interés en común.

En cuanto a la observación y acción, se planearon y desarrollaron actividades que permitieron reconocer aspectos socioculturales del *Cannabis sativa*, vinculando el desarrollo de actitudes científicas, como la argumentación, metacognición, trabajo en equipo y posteriormente resolución de problemas. Una vez reconocidos estos aspectos, fue necesario que los estudiantes comprendieran las generalidades del sistema nervioso y los efectos del consumo del *Cannabis sativa*, acercándolos a la solución de la pregunta de investigación.

Finalmente, como reflexión, los estudiantes, en grupos de trabajo, socializaron las respuestas de su pregunta y dieron cuenta de las actitudes científicas desarrolladas desde las tres componentes que permiten evaluar actitudes, encontrando que en la componente cognoscitiva, emotiva y comportamental, se desarrollaron todas las actitudes, entre ellas, argumentación, metacognición, trabajo en equipo y resolución de problemas, permitiendo en ellos una toma de decisiones responsables frente al consumo.

Figura 2. Fases del proceso metodológico



Fuente: elaboración propia a partir de Carr y Kemmis (1988)

## Resultados y análisis

A continuación se presentan los resultados y análisis de la investigación, bajos los tres bucles del proceso metodológico. En primer lugar, se mostrarán las características de la población, incluye aspectos de orden personal, académico y sociocultural; esto, producto de la aplicación del instrumento 1; además de las concepciones que tienen los estudiantes del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano. En segundo lugar, se presentarán la planeación y el diseño de la unidad didáctica titulada *Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*, con las respectivas actividades. Finalmente, los hallazgos relacionados con los aprendizajes alcanzados sobre los aspectos socioculturales de la marihuana y los efectos que produce esta sustancia en el sistema nervioso y el cuerpo humano, junto con las actitudes científicas mayormente desarrolladas por los estudiantes.

### Primer bucle: caracterización - contextualización

Los resultados de este bucle mostrarán las características de la población objeto de estudio; junto con las concepciones del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de drogas en el cuerpo humano.

#### *Aspectos de orden personal, condiciones académicas y socioeconómicas*

A través de un instrumento aplicado a 32 estudiantes del grado noveno, se evaluaron aspectos de orden sociocultural. Teniendo en cuenta las observaciones del maestro titular, además de la trayectoria de los estudiantes dentro de la institución, se observó que podían existir posibles consumidores, es por ello que se aplicó una entrevista semiestructurada (anexo 3) a cinco estudiantes para establecer cómo estos reconocían el consumo de cannabis; tras su realización, se encontraron consumidores activos, esporádicos y posibles consumidores de *Cannabis sativa*, a los que les fueron asignados diferentes seudónimos para proteger su identidad.

- **Caso 1: Andrés.** Es un estudiante de 16 años. Consumidor en proceso de rehabilitación. Vive en el barrio Villa Gloria de la localidad Ciudad Bolívar, es de estrato uno y su núcleo familiar se constituye por padre, madre y hermano, este último también es un consumidor de *Cannabis sativa*. En este sentido, Andrés menciona:

Tengo un hermano, él sigue fumando, pero normal, él es juicioso, trabaja, tiene dos hijos, y bueno ahí va. (Andrés, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

De acuerdo con lo que afirma este estudiante, inició el consumo de marihuana debido a problemas familiares, especialmente porque se sentía abandonado por su madre, en relación con esto dice:

Por eso comencé en el vicio, pero bueno ahí vamos. (Andrés, entrevista personal, 15 de mayo, 2014).

Este joven admira a sus padres, pues asegura:

Ellos me han apoyado tanto en eso del consumo, porque hace como un año atrás me cogieron por eso estupefacientes y me mandaron para el bienestar, eso ha sido todo un proceso y ya poco a poco lo he ido dejando; y mi meta es el fútbol. (Andrés, entrevista personal, 15 de mayo, 2014).

Por eso menciona que en su tiempo libre le gusta el deporte y agrega:

Me gusta entrenar, jugar fútbol, quiero ser un gran futbolista. Los fines de semana tengo partidos, ahí escogen los mejores, nos convocan a la primera C, nos van a hacer publicidad. Mi sueño sería irme a Brasil, por el fútbol (Andrés, entrevista personal, 15 de mayo, 2014).

Respecto a las drogas, menciona:

Yo las consumí todas. Hace cuatro años atrás, era reloco, empecé a los 9 años, y pues al principio no sabía nada de eso, lo que producía, y decidí por mis propios medios para ver qué me pasa a mí, y luego el consumo empezó a elevarse más y más, consumí pegante, pepas, perico, éxtasis; y pues ahora me gustaría saber un poco más, lo que produce en el cerebro porque uno pierde la memoria, me gustaría saber más de eso». [...] Y pues la marihuana supuestamente en Estados Unidos ayuda a muchas personas que tienen enfermedades, y les ayuda a que sigan viviendo, y pues yo la utilizaba para tener buen conocimiento en las clases, para tener el aprendizaje elevado. Bueno, la sociedad ya lo está aceptando, pero eso le deteriora a uno la cara y yo comencé a probar, y uno come y come, antes yo no tenía apetito; y pues ahora tengo otra mentalidad y la marihuana ya no es de mi mundo, yo ya decidí lo mío, y un balón me va a dar la comida, mis lujos, por eso ya la dejé (Andrés, entrevista personal, 15 de mayo, 2014).

- **Caso 2: Julián.** Estudiante de 17 años. Consumidor de *Cannabis sativa*. Proveniente de la ciudad de Cali. Vive en el barrio Marruecos de la localidad Rafael Uribe Uribe; pertenece al estrato 2 y su núcleo familiar se constituye por su madre y sus hermanas. En cuanto a sus planes y proyecciones, dice:

[...] Trabajar, entrar al INPEC y con ello pagarme la carrera de neurología (Julián, entrevista personal, 15 de mayo, 2014).

En sus ratos libres se dedica al deporte.

«Me gustaba el *parkour*<sup>3</sup>, pero me fracturé un pie, me desempeñé muy bien un año, pero llegó un día que me fracturé y duré un tiempo sin practicar, ahora me gusta viajar y estar con el parche en el barrio y de vez en cuando esas farras mentales<sup>4</sup>» (Julián, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

3 Es un deporte que consiste desplazarse por el entorno, usando las habilidades del propio cuerpo con el objetivo de superar obstáculos.

4 Se refiere al consumo de marihuana.

Respecto al consumo de marihuana menciona:

Sé que la marihuana es suavecita y relaja, sé que también, respeto a la gente que es esclava de sus propios vicios y la heroína es un rigor, algo que no llegaría a probar. En sí todas las drogas son malas, pero al fin y al cabo cada quien tiene su forma de pensar; hay gente que me critica porque yo lo fumo, pero hay personas que tienen defectos peores que el mío, pero qué va, en sí las drogas son un rigor, pero la marihuana es heavy. (Julián, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

A este estudiante le gusta consumir marihuana, y lo hace por sentirse relajado, es decir, asocia el consumo con fines lúdicos.

Yo me considero más adicto a la marihuana, la verdad tengo conocimiento de todas las drogas, pero desde que las conozco nunca las he probado, solo marihuana [...] empecé hace dos años y solo una vez consumí pepas [...]; en los tres años que llevo fumando, nunca he robado, pero cuando tengo plata la compro yo mismo, y pues pienso que la marihuana no es que sea muy buena, pero pues le ayuda a las personas... tengo un amigo que una vez se durmió porque se echó un carro (bazuco) y quedo en parálisis, pero la única forma de que los papas lo reciban es que fume marihuana, entonces así él se siente bien [...]. Desde mi punto de vista, lo veo como buena, porque lo relaja a uno, olvida los problemas, pero hay gente que la ve mala porque daña el cuerpo y la mente, pero aun sabiendo que es buena y mala lo hago, no sé por qué.

En mi antiguo colegio, intentaba prestar atención y antes de entrar al colegio, lo pegamos<sup>5</sup>, y ese día entendí clarito lo que dijo el profesor, y pues me fue bien. Uno lo consume en los momentos que tenga una oportunidad, pero pues sabe uno que no le va hacer daño en ese instante a nadie. (Julián, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Este estudiante defiende el consumo de cannabis y no está de acuerdo con que la gente asocie el consumo con robo.

- **Caso 3: Luisa.** Estudiante de 15 años. Tiene dos hermanos. Vive en el barrio Quiroga en la localidad Rafael Uribe Uribe. De estrato socioeconómico 2. Es una consumidora esporádica de cannabis. Entre sus planes se encuentran, terminar el colegio, estudiar Administración de Empresas y después tener una empresa. Entre sus principales gustos el Internet, escuchar música y compartir con amigos, también dice que le gustaría conocer Argentina. Respecto al consumo de cannabis, menciona:

Sé que la marihuana es mala y puede causar efectos, porque cuando uno la consume se va sintiendo en otro mundo como que queda sin conocimiento. (Luisa, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

---

5 Quiere decir fumar cigarrillo.

Esta estudiante asocia el consumo con los síntomas que puede causarle en su cuerpo, pero no reconoce los efectos que produce el consumo en el sistema nervioso y en el cuerpo humano, pues se le dificulta argumentar los efectos de las sustancias psicoactivas.

- **Caso 4: Camila.** Estudiante de 14 años. Sus padres son de la ciudad de Cartagena. Tiene dos hermanos y vive en el barrio Molinos, que pertenece a la localidad Rafael Uribe Uribe. Es de estrato socioeconómico 2. Es potencial consumidora. Al preguntarle sobre sus aspiraciones responde:

Graduarme de bachillerato y entrar a la universidad y estudiar Arqueología fuera del país. (Camila, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Dice que en su tiempo libre le gusta:

Salir con mi amigo, comer helado, a veces me quedo donde él, pero también me gusta leer, jugar fútbol y ver películas. (Camila, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Argumenta que tiene problemas familiares con sus padres, en especial con su mamá, porque en ocasiones se queda fuera de la casa. Respecto a las drogas, y en especial a la marihuana, esta estudiante asegura que no ha estado tan informada y afirma:

Pues yo categorizaba a los que fumaban marihuana como rateros, pero uno debe conocerlos bien, ellos eran chistosos, pero pues no sabía cómo mucho, ahora sé, hasta al momento, de cannabis mucho. Últimamente he estado averiguando, he visto documentales, sí me ha servido esta primera clase y gracias a ello he aprendido las consecuencias, porque yo me he intentado meter en eso, pero ya no. (Camila, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Esta estudiante, debido al interés por conocer sobre el tema, se ha motivado en buscar herramientas, como videos, que le permitan aclarar dudas; ha concluido que esta sustancia sería perjudicial para ella y que no desea consumirla.

- **Caso 5: Esteban.** Estudiante de 15 años. Convive con sus padres y familiares. Es oriundo de Santander. Vive en el barrio Quiroga, al sur de la ciudad, en la localidad Rafael Uribe Uribe, y pertenece al estrato socioeconómico 3. Es consumidor esporádico. Al preguntarle sobre sus planes y proyecciones responde:

Hacer la carrera militar. (Esteban, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Dado que se identifica con su hermano, que es policía, señala entre sus principales gustos:

Casi no me gusta salir, me gusta estar más en la casa, ver películas [...]. A mí también me gustaría conocer Argentina porque el estudio es gratis. (Esteban, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Respecto a las drogas, el estudiante afirma:

Todas la drogas son malas, la mayoría de la gente debería informarse más, porque hay gente que dice que la marihuana no es adictiva, pero sí, porque llega un punto donde la gente pierde su familias por echar<sup>6</sup> eso, y después de estar echando marihuana, empiezan a echar bazuco que lo dejan internado en la L<sup>7</sup>; y uno no debe meterse en esa vaina porque es tirarse la vida de uno y de los papás, porque aunque uno no lo crea, los papas también sufren. [...] bueno, pues, yo sí he fumado, lo he probado el año pasado una vez y este año cuatro veces, y ya, pero nada más, porque una vez pensé en mi hermanito, que tal vez me viera echando eso, y pues lo dejé, además dejé de juntarme con los que me la pasaba». (Esteban, entrevista personal, 15 de mayo, 2014)

Para este estudiante es importante rodearse de personas que no consuman, pues seguramente al estar con quienes sí lo hacen, pueda sentir deseos de consumirla.

### *Concepciones del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano.*

Como resultado de la implementación del instrumento, se pudieron caracterizar las concepciones que tienen los estudiantes del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano. En la tabla 1<sup>8</sup> se exponen los resultados de los cinco casos de investigación.

En relación con los resultados del primer bucle, se encontró que el uso de sustancias psicoactivas se ha convertido en una problemática que va en aumento en la población de adolescentes colombianos. La mayoría de los estudiantes (casos 2, 3 y 5) inician el consumo de marihuana alrededor de los 14 años; este hallazgo es similar al reportado por Scoppetta (2010). De igual manera, el caso 4, es el de una estudiante que se encuentra en edad de riesgo de consumo, pues señala que ha intentado iniciar con *Cannabis sativa*, pero la información temprana que ha recibido sobre el tema, le ha permitido aclarar dudas frente al consumo y tomar la decisión de no hacerlo.

Un caso particular es del estudiante Andrés (caso 1), quien inició a los 9 años de edad; esto es preocupante, porque evidencia un incremento en el consumo de la marihuana, desde una edad temprana.

Al inicio, en los estudiantes existen bajos niveles de argumentación. Tienen dificultades para expresarse de manera oral, aunque por escrito son capaces de argumentar los usos y efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano; consumo que, en tres de los casos, fue asociado al uso lúdico o recreativo

6 Se refiere a consumir.

7 Lugar de comercialización masiva de sustancias psicoactivas.

8 Las tablas del capítulo IV se pueden encontrar al final de este.

(casos 1, 2 y 4); esto se manifestó cuando hablaron del deseo de conocer, experimentar sensaciones y evadir problemas familiares, y aunque este consumo responde a un patrón conductual multideterminado, es un hallazgo similar al reportado por investigaciones que señalan la integración de variables, como actitudes, búsqueda de sensaciones, motivaciones, tendencias socioculturales, entre otras (Carballo en Moral *et al*, 2006). Sin embargo, se reconoce la presencia de conflictos latentes o disturbios familiares, como en el caso 1; también un reporte de compañías incitadoras hacia el consumo de marihuana, es decir, de un grupo de iguales (amigos) como en el caso 5, que puede vincularse a un factor de inicio de consumo.

En lo que respecta al conocimiento que tienen los estudiantes frente al consumo de *Cannabis sativa*, tres de ellos consideran que la marihuana tiene efectos terapéuticos (casos 2, 3 y 4), pero aun así desconocen los componentes asociados a las propiedades antiinflamatorias, analgésicas, ansiolíticas de la planta. El estudiante del caso 2 menciona que no es mala para el cuerpo ni tiene efectos secundarios; a diferencia del joven del caso 3, quien considera que puede tener propiedades medicinales, pero también genera daños en el cuerpo humano que se asocian principalmente con las neuronas. El estudiante del caso 4 afirma que sí puede generar efectos secundarios y adicción, a diferencia del estudiante del caso 5.

En términos generales, los estudiantes asocian los efectos del consumo con las sensaciones que les produce la marihuana en su cuerpo, por ejemplo, la mayoría registra dolor de cabeza, mareos y estados de relajación y hambre; pese a esto, buena parte de ellos no reconoce los efectos secundarios que produce el consumo de marihuana en su organismo; esto es similar a lo que reportaron González y García (2013): «Los adolescentes conocen poco sobre las drogas ilícitas y sus consecuencias en el organismo». No obstante, en algunos estudiantes existen actitudes iniciales de rechazo hacia el consumo. Reconocen que pueden generar daños; lo que indica que hay correspondencia biunívoca entre actitud y conducta similar a lo que reporta (Botvin en Moral *et al*, 2006), dado que hay un estrecho vínculo entre actitud favorable de rechazo hacia las drogas y la conducta de consumo, como se manifiesta en los casos 2 y 3.

En lo concerniente a las concepciones sobre el sistema nervioso, inicialmente se evidenció que en tres casos los estudiantes asocian el sistema nervioso con el reconocimiento de estructuras como cerebro y nervios (figuras 5, 6 y 7), es decir, como un «[...] sistema integrado donde la estructura principal el cerebro y la médula espinal» (Contreras, Hernández, Mesa, Moreno y Fonseca, 2014, p. 4). Respecto al caso 1, este estudiante representa un sistema nervioso de manera fragmentada, dado que dibuja un cerebro desconectado del resto del cuerpo (figura 4), como una masa indefinida, aunque de manera nominal no señala que sean circunvoluciones, pero en la representación que elabora parece que las identifica. Por su parte, el estudiante del caso 5, representa una red de nervios sin ningún tipo de conexión y, al momento



de explicar el dibujo (figura 8), argumenta que es el sistema que está constituido por cerebro y nervios que envían órdenes desde el cerebro.

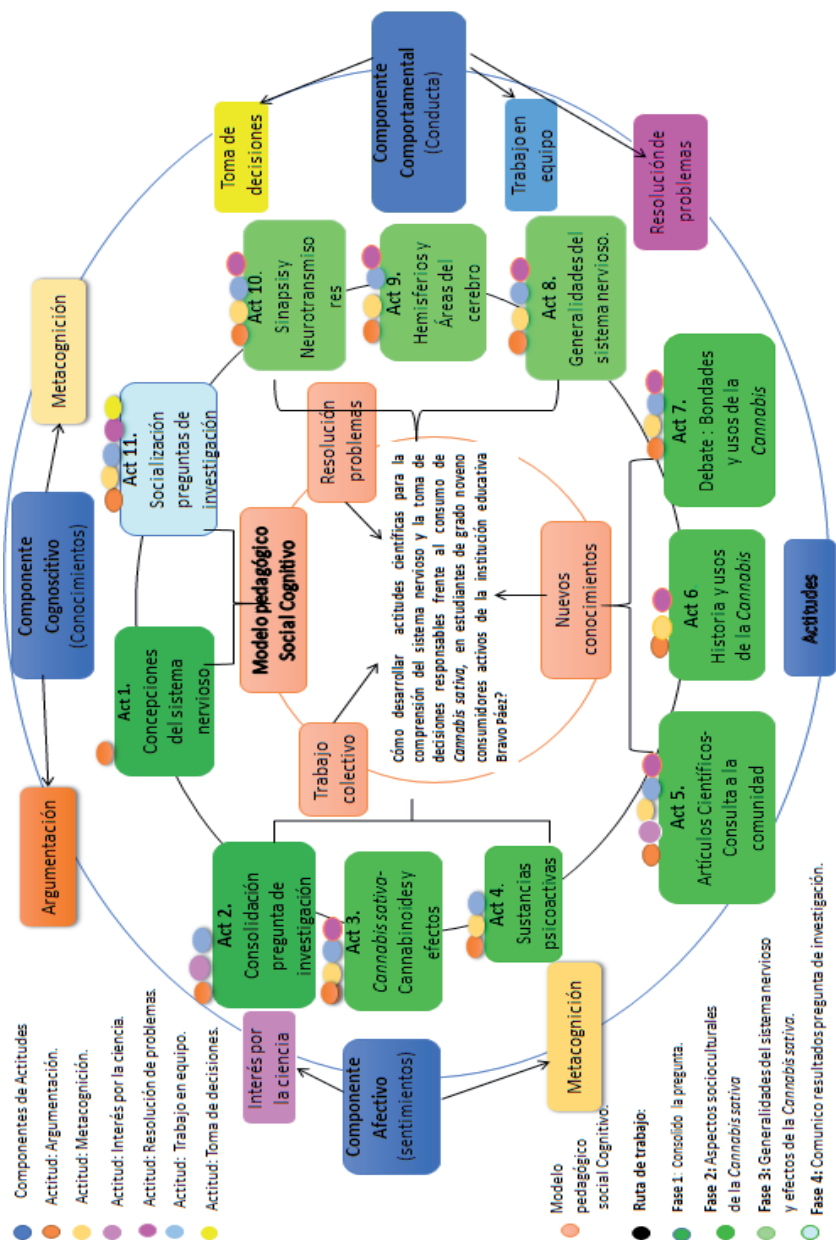
Algo muy interesante, es que en tres de los cinco casos los estudiantes representaron en las figuras 5, 6 y 7 el corazón, como una estructura fundamental que hace parte del sistema nervioso; esto demuestra que sus interpretaciones son similares a un modelo animista, dado que están relacionadas con antiguos modelos explicativos que existían sobre el sistema nervioso, pues Aristóteles aseguraba que el corazón era el causante del pensamiento humano (González y Flores citado en Salazar, 2013).

En términos de función, los estudiantes relacionan el sistema nervioso con la producción de estímulos o sensaciones, movimiento y control del cuerpo, como en el caso 1, cuando el joven afirma: «Es la función que cumple que nosotros podamos movilizarnos y sentir cuando nosotros nos golpeamos o asustamos» (Andrés, comunicación personal, 31 de mayo, 2014). Los estudiantes de los casos 2, 3, 4 y 5 lo relacionan con funciones como el control del cuerpo y movimiento: «El sistema nervioso es todo lo que nos conecta el cerebro y nos da movimiento al cuerpo, cumple la función de darle ordenes al cuerpo» (Luisa, comunicación personal, 31 de mayo, 2014). El estudiante del caso 4 dice: «Es la parte del cuerpo donde se transmite todas las órdenes del cuerpo que manda al cerebro, también es la parte donde el cuerpo emite los movimientos» (Camila, comunicación personal, 31 de mayo, 2014). El joven del caso 5 confunde el sistema nervioso con el sistema óseo: «Para mí, el sistema óseo, lo que comunica el cerebro cuando nos tocan el brazo o cuando algo nos pasó, él comunica al cerebro que nos tocaron el brazo» (Esteban, comunicación personal, 31 de mayo, 2014). Esto, posiblemente sucedió porque los estudiantes cruzaron la información de los temas, debido a que antes de empezar a trabajar sobre el sistema nervioso, habían visto durante las clases anteriores los sistemas óseo y muscular.

Por lo anterior, se afirma que los estudiantes presentan dificultades para comprender el nivel celular en el funcionamiento del sistema nervioso (Torres, 2013); aunque reconozcan aspectos anatómicos. En la mayoría de los casos representaron una red de nervios y el cerebro como la estructura principal, similar a lo reportado por Contreras *et al.* (2014); de esta manera, los cinco jóvenes atribuyen a estas estructuras un papel puntual, como menciona Giordan (1993) con el que construyen conocimientos de tipo categórico.

Finalmente, como producto de la reflexión del primer bucle, se consolidó una propuesta de investigación que buscó generar, desde la escuela, una toma de decisiones responsables frente al consumo de sustancias ilícitas como la *Cannabis sativa*, vinculando la enseñanza y aprendizaje de la biología y buscando, como señala Cañal, (2004) «promover conocimientos funcionales que estén integrados a la vida cotidiana de los estudiantes» (p. 32).

Figura 3. Ruta metodológica de la propuesta de investigación «Aprendamos sobre la *Cannabis sativa* y sus efectos»



Fuente: elaboración propia

## Segundo bucle: Planeación y diseño

Esta fase permitió el diseño de una propuesta didáctica basada en el modelo pedagógico social-cognitivo. Para su consolidación se tuvieron en cuenta once actividades, cada una con las actitudes científicas que se requería desarrollar. Fueron evaluadas bajo los tres componentes de las actitudes: cognoscitiva, emotiva y comportamental.

De igual manera, las actividades estuvieron enmarcadas en las siguientes cuatro fases que permitieron poner en acción la propuesta didáctica: fase I: Consolido la pregunta; fase II: Aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa*; fase III: Generalidades del sistema nervioso y efectos de la *Cannabis sativa*, y fase IV: Comunico resultados de mi pregunta de investigación. En la figura 3 se presenta la ruta metodológica que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la propuesta de investigación.

### *Propuesta didáctica: Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*

La tabla 2 presenta el diseño de cada una de las 11 actividades que se implementaron durante las clases, con sus respectivos objetivos de aprendizaje, los principios didácticos basados en el modelo pedagógico social-cognitivo y las actitudes científicas que se desarrollaron.

De igual manera, en la tabla 4 se observan las representaciones que los estudiantes de los cinco casos elaboraron al final de la implementación de la unidad didáctica, sobre la comprensión que tienen acerca del sistema nervioso.

### *Componente cognoscitiva*

Con este componente se pudo evidenciar el conocimiento que adquirieron los estudiantes sobre los aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa*; de igual manera, las generalidades del sistema nervioso vinculando los efectos que produce en este el consumo de marihuana; por lo que manifestaron actitudes de argumentación y metacognición, cuyo resultado, en todos los casos (del 1 al 5), demostró avance en los procesos de argumentación, pues los estudiantes no solo manifestaron sus opiniones, también fueron capaces de elaborar explicaciones basadas en los contenidos que aprendieron, alcanzando actitudes reflexivas, puesto que ya no solo reconocen los usos lúdicos asociados con el consumo de marihuana, sino que reconocen usos terapéuticos para tratamientos en pacientes con cáncer, a partir de las propiedades antivomitivas, ansiolíticas y antisépticas de la planta, por ejemplo: el estudiante del caso 1 afirmó: «El consumo de marihuana se ha disparado por todo el mundo y ha sido usada de manera medicinal en pacientes con cáncer o glaucoma, para aliviar el dolor» (Andrés, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014); entre tanto, la estudiante del caso 4 dijo: «Tiene propiedades antivomitivas y ayuda a tratar a pacientes con cáncer y glaucoma» (Camila, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014).

Los estudiantes también reconocieron aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa* y vincularon otros elementos como las variedades del cannabis y su legalización. A este respecto, el estudiante del caso 1 afirmó: «Se ha legalizado en países como Holanda, Uruguay» (Andrés, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014). Por su parte, el estudiante del caso 5 aseguró: «La *Cannabis sativa* está conformada por una o varias especies, una es natural y otra es sintética como el *krippy* y esta droga tiene mayor adicción para el cuerpo» (Esteban, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014).

Adicional a lo anterior, tres de los jóvenes reconocieron el origen y compuestos químicos de la planta; al igual que los cannabinoides y sus efectos (casos 2, 3 y 4). De esa forma, elaboraron nuevos argumentos que expusieron de manera oral y escrita. El estudiante del caso 2 dijo: «Está compuesta de THC y sus componentes cannabinoides que ponen el sistema nervioso en estado de somnolencia» (Julián, comunicación personal, 31 de septiembre, 2013). La *Cannabis sativa* se originó en Asia, tiene más de 500 componentes entre ellos el THC y 50 son cannabinoides, que lo que hace a través del tiempo es hacer que la persona pierda la concentración y después se deteriore el cuerpo» respondió la joven del caso 3. (Luisa, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014).

Los jóvenes de los casos 2 y 4 argumentaron que la *Cannabis sativa* tiene efectos a nivel cerebral, cardíaco y pulmonar. «La marihuana es una sustancia neurodepresora, puede causar varios daños en el cuerpo como pérdida de memoria, acelera el ritmo cardíaco, daños en los pulmones» afirmó el joven del caso 2 (Julián, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014). Otros (casos 1, 3 y 5), a diferencia del caso 2, relacionaron el consumo de marihuana con efectos que a largo plazo ocurren a nivel cerebral, como pérdida de la memoria; en este sentido el estudiante del caso 1 aseguró: «La mayoría de veces sí ayuda a tranquilizar el dolor que tengamos, pero también tiene consecuencias en nuestro organismo y nuestro sistema nervioso, como daños en la memoria» (Andrés, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014).

De esta forma, los estudiantes lograron desarrollar la actitud argumentativa en función del conocimiento, pues como menciona Leitao, 2008 en Revel *et al.*, 2012, la argumentación produce transformación en el conocimiento de los estudiantes; y por otro lado, genera la emergencia de formas de autorregulación. Asimismo, los estudiantes integraron actitudes metacognitivas, puesto que analizaron las implicaciones que genera el consumo de marihuana en su cuerpo.

En este componente también se evaluó la actitud argumentativa que desarrollaron los estudiantes sobre las generalidades del sistema nervioso y los efectos de la *Cannabis sativa*, y se encontró que la mayoría de ellos logró ampliar su conocimiento sobre las funciones del sistema nervioso, a partir de argumentos mucho más elaborados que integraron varias funciones; además, reconocieron que el sistema nervioso no solo tiene la capacidad de responder adecuadamente a los estímulos,

sino de igual manera controla movimientos, procesa información y coordina los demás sistemas. Con relación a esto, el joven del caso 1 respondió: «Es el sistema encargado de percibir, responder y procesar la información por fibras nerviosas y musculares» (Andrés, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014). Entre tanto, el estudiante del caso 2 dijo: «Es un sistema vital para la vida humana que maneja casi todos nuestros demás sistemas y movimientos, que le podemos causar graves daños con cualquier consumo de drogas, podemos ayudarnos con actividades lúdicas como la lectura [...]. Se encarga de la locomoción motora de todo el cuerpo, cumple funciones de equilibrio y concentración. También controla la movilidad y el pensamiento y reacciones del ser humano» (Julián, comunicación personal, 17 de septiembre, 2014).

Los estudiantes de los casos 2, 3 y 4 (tabla 3) reconocieron que el sistema nervioso, a nivel anatómico, está conformado por el sistema nervioso central y periférico. El joven del caso 2, cuando tuvo que argumentar verbalmente manifestó: «El sistema nervioso está conformado por sistema nervioso central y sistema nervioso periférico, cuando se consume *Cannabis sativa* puede afectar el cerebro, el cerebelo que es el encargado del equilibrio y la coordinación, al igual que los pulmones, además puede verse afectado el sistema simpático y el parasimpático» (Julián, entrevista personal, 25 de septiembre, 2014).

Del mismo modo, cuatro de los jóvenes (casos 2, 3, 4 y 5) representaron estructuras como encéfalo y médula espinal, y, además, reconocieron el cerebelo y el bulbo raquídeo (tabla 4). Estos mismos estudiantes evidenciaron al final actitudes reflexivas, pues al momento de construir el conocimiento sobre el sistema nervioso y la *Cannabis sativa*, integraron los efectos que puede producir el consumo de marihuana en su cuerpo, manifestando el deterioro de estructuras, como el cerebro, cerebelo, hipocampo y alteraciones del sistema inmunológico. Lo que llevó a que estos estudiantes reconocieran que la activación de los receptores CB<sub>1</sub> da lugar a los típicos efectos conocidos sobre la circulación y la psique, tras el consumo de cannabis, y que la activación de los CB<sub>2</sub> está relacionada con efectos en el sistema inmunológico (Grotenhermen, 2006).

A diferencia de los otros estudiantes, el joven del caso 1 representó de nuevo al cerebro como estructura principal; esto se clasificó como un conocimiento de tipo categórico, según Giordan (1993), dado que en el esquema que el estudiante elabora, representa la presencia de circunvoluciones y señala los distintos lóbulos cerebrales con sus respectivos nombres; además, este estudiante también relaciona los efectos del consumo de *Cannabis sativa* con un deterioro de tales lóbulos (tabla 4).

Finalmente, el componente cognoscitiva permite evaluar de manera amplia la actitud de argumentación y metacognición, visible a través de la producción de conocimiento que elaboran los estudiantes por medio de la construcción de oraciones con sentido y párrafos explicativos; así, los estudiantes consumidores esporádicos,

activos y posibles consumidores, mediante actitudes argumentativas, desarrollan también habilidades de pensamiento de orden superior que, según Vygotsky (1988) en Baquero (1996), son el resultado de la interacción social y el uso del lenguaje; de tal forma que estudiantes consumidores, esporádicos y posibles consumidores adquieren mayor conciencia de los conceptos que aprenden, elaborando discursos argumentativos y reflexivos, pues realizan procesos metacognitivos, producto de un análisis interior consciente sobre el aprendizaje.

### *Componente afectiva*

Este componente indicó que los estudiantes manifestaron sentimientos de interés y aceptación a la hora de argumentar y reflexionar sobre los contenidos de enseñanza, esto se hizo evidente a través de los conocimientos que construyeron y que fueron evaluados en el componente cognoscitiva (tabla 3); sin embargo, la tabla 5 representa los sentimientos que les despierta a los cinco estudiantes la clase de biología.

La tabla 5 registra lo que los estudiantes objeto de estudio manifestaron. La clase de biología les permitió ampliar sus conocimientos en relación con los aspectos socio-culturales de la *Cannabis sativa*, las generalidades del sistema nervioso junto con los efectos del consumo de la marihuana. La construcción de este conocimiento es trascendental para sus vidas; en este sentido Berger (2007) señala que los sentimientos y experiencias afectan las actitudes, creencias, valores, supuestos y acciones de las personas; de manera que la clase de biología se convierte en una oportunidad en la que no solo los estudiantes aprenden un concepto en particular, también los orienta y enseña sobre los efectos del consumo de las drogas.

La joven del caso 4, a diferencia de los otros estudiantes, al argumentar sobre la enseñanza y aprendizaje de la *Cannabis sativa*, expresó no solo sentimientos positivos, también realizó procesos metacognitivos sobre la importancia que tiene impartir estos temas en los distintos colegios, mostrando de manera significativa abordar este tipo de problemáticas desde la clase de biología y su desarrollo desde otros centros educativos del país, razón por la que mencionó: «Lo mejor que me deja las clases es el conocimiento que me deja para toda una vida y me gustaría que hicieran en todos los colegios esta clase de actividades». Esta estudiante, de acuerdo con Jiménez (2003), es capaz de alcanzar «la formación de un pensamiento crítico en la solución de problemas que permiten ayudar a los jóvenes a participar en la toma de decisiones».

Finalmente, al evaluar la actitud de argumentación y metacognición por medio de este componente, se evidencia que los estudiantes sean consumidores esporádicos, activos, en proceso de rehabilitación o posibles consumidores asumen interés por el aprendizaje y procesos motivacionales que hacen que desarrollen habilidades de comunicación y aceptación en el aprendizaje de la biología; esto se asemeja a lo que reportan Saavedra y Vallejo (2014) cuando indican: «Las actitudes inciden en el

proceso de enseñanza aprendizaje ya que favorecen procesos de motivación y actuación»; esto hace que los jóvenes reflexionen sobre la problemática del consumo de *Cannabis sativa*.

### *Componente comportamental*

El componente comportamental pone en manifiesto que los estudiantes, durante la clase de biología, cambiaron su concepto y forma de pensar sobre los aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa*; al igual que de las generalidades del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana, de esta forma, fortalecieron actitudes argumentativas y metacognitivas que fueron observables en mayor proporción a través del componente cognoscitiva. Del mismo modo, los estudiantes consumidores, esporádicos y posibles consumidores de marihuana (casos 2, 3, 4 y 5), adquirieron conciencia sobre sus aprendizajes, cuando pusieron en acción los conceptos aprendidos a la hora de solucionar una situación-problema que vinculara el consumo de drogas.

Frente a las actitudes argumentativas y metacognitivas que asumirían los estudiantes objeto de estudio en una situación hipotética de riesgo de consumo, la tabla 6 reúne algunas de las frases que ellos expresarían si tuvieran que aconsejar a un amigo o pariente en una situación como la mencionada.

Los estudiantes de los casos 1, 3 y 4 consideran que de encontrarse frente a una situación en la que un familiar o amigo esté expuesto al consumo de *Cannabis sativa*, es necesario alejarse de las personas que puedan inducir al consumo; apreciación que, para estos estudiantes, significa que el círculo de amigos puede influir en que una persona tome la decisión de consumir o no marihuana. Este hallazgo es similar al reportado por Carballo en Moral *et al.* (2006), quien menciona que las compañías incitadoras hacia el consumo de marihuana, es decir, un grupo de iguales (amigos) puede ser un factor de inicio de consumo. A diferencia de estos estudiantes, el joven del caso 5 no comparte esta idea y considera: «No es alejarse de los amigos, es tener una personalidad definida y saber que si uno no quiere hacer eso, pues no lo hace y ya». Lo que significa que para este estudiante es importante desarrollar un nivel de madurez adecuado, y que es el mismo sujeto quien debe tomar sus propias decisiones. Por su parte los estudiantes de los casos 2 y 4 también manifestaron actitudes argumentativas, aclarando que es necesario que una persona no se exponga a situaciones para las que su nivel de desarrollo aún no es el más indicado.

Todos los jóvenes objeto de estudio afirmaron que es importante brindar información clara y específica sobre los efectos que produce el consumo de la *Cannabis sativa*, con el fin que la persona pueda tomar una decisión responsable, basada en los conocimientos biológicos.

Lo anterior indica que los estudiantes están en capacidad de argumentar la importancia de vincular la enseñanza y el aprendizaje de conceptos biológicos a



situaciones cotidianas, como apoyo fundamental para adquirir conciencia y reaccionar de manera crítica antes de actuar frente a una situación de riesgo por consumo.

Para finalizar, aunque este componente evalúa el comportamiento de los estudiantes en una situación específica, en este caso una problemática evidente de consumo no indica que el estudiante consumidor activo o esporádico de *Cannabis sativa* en su vida cotidiana manifieste este mismo tipo de comportamientos, dado que aunque demuestra actitudes reflexivas y argumentativas sobre el consumo, este no es un factor determinante para dar cuenta que él, como sujeto, deje de consumir marihuana, dado que en este tipo de situaciones interfieren diferentes variables, como el contexto y sus emociones; así, la toma de decisiones frente a un no consumo de drogas sucede a largo plazo y requiere de un proceso de mayor profundidad en los colegios, que vincule contenidos de enseñanza y, de igual forma, apoyo de familiares y amigos.

### *Actitud trabajo en equipo y resolución de problemas*

La actitud de trabajo en equipo manifestó el nivel con el que los estudiantes logran hacer una construcción individual del conocimiento desde el lenguaje, pero también desde las construcciones colectivas que realizan junto con sus compañeros, pues como señalan Edwards y Mercer (1988) en Candela (1991) la construcción del conocimiento individual en la elaboración del conocimiento es expresado en las interacciones orales y es compartido y construido colectivamente en el aula escolar, esto les permite desarrollar habilidades de comunicación y resolución de problemas; otra de las actitudes evaluadas. Con esto, se manifiesta la capacidad de resolver una pregunta o un problema; puesto que se obliga a los estudiantes a concentrarse en el contenido y a representar mentalmente la situación con un mayor grado de detalle (Campanario, 2000)

### *Componente cognoscitiva*

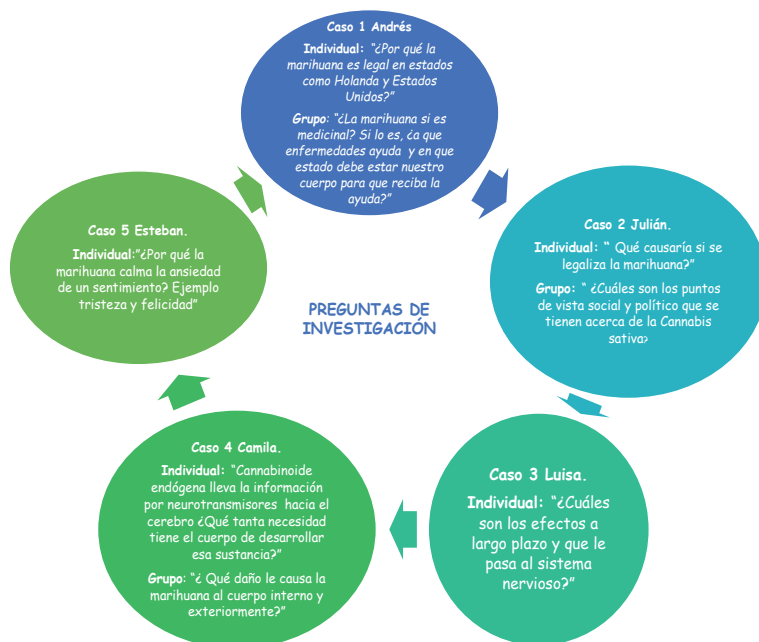
Este componente evaluó las percepciones, ideas o creencias que manifestaron los cinco estudiantes objeto de estudio, al momento de trabajar en equipo y resolver un problema; sin embargo, el conocimiento que construyeron, de manera individual, se avaluó con mayor precisión en el componente cognoscitiva a través de las actitudes de argumentación y metacognición (tabla 3).

Durante la Fase I de la propuesta pedagógica, llamada *Consolido mi pregunta*, se formularon, inicialmente y de manera individual, preguntas de investigación que manifestaron el interés de los estudiantes por conocer sobre aspectos como la legalización del *Cannabis sativa* (casos 1 y 2); asimismo, conocer los efectos que ocasiona el consumo de marihuana (casos 3 y 5) y, finalmente, los compuestos de la planta y sus efectos a nivel cerebral (caso 4); de este modo, y de acuerdo con Wong en Campanario (2000), cuando se les enseña a los estudiantes a «formular preguntas puede



ayudarles a ser más sensibles a los puntos importantes de un texto y a controlar el estado de su propia comprensión» (p. 378), logrando, así, aprendizajes significativos que les permita realizar procesos metacognitivos. La figura 4 compila las preguntas de investigación que fueron formuladas por los estudiantes objeto de estudio. Las formularon primero de forma individual y posteriormente en equipo.

Figura 4. Preguntas de investigación formuladas por los estudiantes de grado noveno



Fuente: elaboración propia

### Construcción colectiva de conocimiento

Se constituyeron cuatro grupos de trabajo que estuvieron conformados por 6 estudiantes. El estudiante del caso 1 hizo parte del grupo 2, cuyo objetivo era reconocer los usos y aspectos medicinales de la planta. El joven del caso 2 integró el grupo 6 y manifestó interés por desarrollar aspectos sociales y políticos sobre la marihuana. El estudiante del caso 3 integró el grupo 5, y centró sus intereses en reconocer las partes del sistema nervioso afectadas por el consumo de marihuana. Finalmente, los estudiantes de los casos 4 y 5 integraron el grupo 4 y demostraron interés por conocer los efectos que causa el consumo de *Cannabis sativa* a nivel interno y externo.

Cada uno de los grupos realizó una construcción colectiva de conocimiento que se manifestó en que los estudiantes objeto de estudio interactuaron con sus otros compañeros, de esa manera intercambiaron sus ideas, y lograron evidenciar que todos los

estudiantes de los casos de estudio ampliaron y reelaboraron los conocimientos. Según lo que se registró en el diario de campo del profesor, en el caso 1, el estudiante consumidor en proceso de rehabilitación, inicialmente tuvo dificultades para trabajar de manera individual: «tiende a sufrir episodios de desconcentración durante la clase»; sin embargo, cuando trabajaba con su equipo, hacía aportes importantes a la construcción de conocimientos que los acercaban a resolver la pregunta-problema. Este grupo se mostró interesado en aprender, y, en conjunto, logró plantear hipótesis de trabajo en las que confluyeron algunos conceptos sobre los neurotransmisores, las sustancias químicas de la *Cannabis sativa* y los efectos en el sistema nervioso, a fin de darle una posible explicación a la pregunta-problema bajo el argumento de que «el *Cannabis sativa* puede afectar a nuestro estado de ánimo, depende de la cantidad que consumamos, por eso dice que la marihuana altera nuestro estado de ánimo y esto sucede por el THC, que se encuentra en mayor proporción en las flores de la marihuana» (Grupo 2, comunicación personal, 10 de junio, 2014).

Del mismo modo, los integrantes de este grupo mostraron interés durante la clase y compromiso por trabajar en el tema; y pese a que presentaron dificultades para relacionar los conocimientos, afirmaron que aunque, en ciertos casos, la *Cannabis sativa* es medicinal, también puede afectar a las personas que lo consuman, es decir, que tiene un efecto secundario en el organismo; por lo que al mencionar la hipótesis describieron: «En un cuerpo que está en buen estado en vez de ayudar terapéuticamente, atrofia, daña y lastima partes elementales de nuestro sistema nervioso» (Grupo 2, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014).

En suma, este grupo manifestó durante la socialización del póster, la solución a su pregunta de investigación, en la que cada uno de los integrantes socializó y expuso sus ideas en relación con los usos de la planta, origen, compuestos químicos y efectos. Finalmente manifestaron a modo de conclusión y de forma escrita lo siguiente:

Esta planta puede ayudar a distintas enfermedades terminales, entre las principales el cáncer; a la cual puede ayudar a calmar el dolor, sin embargo, la marihuana puede afectar el sistema nervioso principalmente el cerebro tanto de personas sanas y enfermas, pues a pesar de tener en menor grado componentes terapéuticos como el Cannabinol (sic) y Cannabigerol, también tiene constituyentes psicoactivos el principal es el delta 9-tetrahidrocannabinol conocido por sus siglas, THC. (Grupo 2, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

De esta manera, los estudiantes argumentan:

A pesar de sus usos e historia, cuando alguien enfermo consume marihuana, la planta puede regular su enfermedad, disminuir el dolor, aumentar el apetito, etc., pero una persona en buen estado de salud puede traerle graves consecuencias en el cuerpo, ya sea a corto y largo plazo, inclusive a pacientes terminales que además de su enfermedad están expuestos a una adicción. (Grupo 2, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

De este modo, en equipo, los estudiantes resolvieron su pregunta-problema y ampliaron sus conocimientos sobre la *Cannabis sativa* y sus efectos.

Respecto al caso 2, un estudiante *consumidor de Cannabis sativa*, de manera inicial manifiesta interés no solo por trabajar en equipo, también plantea preguntas y resuelve problemas, esto se visibiliza en los registros del profesor en el diario de campo, cuando el joven, refiriéndose al consumo de bazuco, pregunta, según lo anotado por el docente:

Durante las clases, la mayoría de estudiantes consumidores de *Cannabis sativa* participaron en clase, esto propició que el caso 2 formulara preguntas sobre los efectos que puede ocasionar otras drogas en su cuerpo, ejemplo: profe y ¿los que fuman periquito alguna vez, qué efectos causa? (Y. Hernández, comunicación personal, 10 de julio, 2014)

Este estudiante también logra exponer durante algunas actividades, como en la realización de un debate, sus puntos de vista sobre el uso terapéutico y las bondades de la marihuana:

Bueno, uno de los problemas que nosotros hemos evidenciado, es que el consumo de drogas es algo muy frecuente y que la mayoría de los jóvenes están consumiendo no solo cannabis sino otras drogas como el cigarrillo, el *popper*, el *rivotril*, el *dick*, el *krippy*, el *bóxer*, etc. Esta problemática está afectando a los jóvenes, pues nosotros no conocemos de las drogas a profundidad y esto está llevando a que los estudiantes entren a la delincuencia y se vean afectados, pues su visión a futuro está limitada por el consumo, los jóvenes pensamos es en el ahora y en el futuro a largo plazo. (Julián, comunicación personal, 13 de agosto, 2014)

Por último, cuando este estudiante logra trabajar de manera colectiva, deja ver su interés por participar en conjunto con los demás integrantes del grupo 6; y manifiesta el deseo, no solo de conocer aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa* y las generalidades del sistema nervioso y su vinculación con los efectos, sino que centra su interés en ahondar en aspectos sociales y políticos de la marihuana.

Del mismo modo, los integrantes de este grupo, durante el proceso de solución de la pregunta, argumentaron por escrito su opinión sobre la legalización de las drogas:

Políticamente se habla acerca de las razones para legalizar o no el consumo de marihuana, y las razones para legalizar la marihuana, es que su consumo sea solo medicinal pero socialmente hay dos puntos de vista, uno a favor y uno en contra. (Grupo 6, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

En términos generales, este grupo expuso las características de la marihuana, sus efectos a nivel nervioso, circulatorio y respiratorio, y centró su interés en los puntos de vista político y social del uso de cannabis:

Sabiendo que el consumo de cannabis se genera principalmente en los jóvenes, se considera un problema, ya que este radica a partir de culturas que se presentan en la sociedad [...] su legalización sería algo poco probable, ya que generaría más problemas en la sociedad, específicamente en los jóvenes. (Grupo 6, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

En relación con la estudiante del caso 3 (consumidora esporádica), al inicio presentó dificultades para trabajar en equipo y se mostró tímida y poco expresiva. Esto se evidenció en los registros del diario de campo del profesor; sin embargo, cuando interactuó con los demás integrantes del grupo 5, todos mostraron un profundo interés por reconocer las partes del sistema nervioso que pueden verse afectadas por consumir marihuana. Durante el proceso de aprendizaje, este grupo planteó la siguiente hipótesis de solución: «Principalmente afecta el sistema nervioso central, que está conformado por cerebro, médula espinal, también podemos decir que afecta el sistema nervioso periférico y una de sus subdivisiones: sistema nervioso simpático» (Grupo 5, comunicación personal, 16 de agosto, 2014). Aunque los integrantes de este grupo hicieron conexiones intermedias entre los conceptos, después de tomar una asesoría, empezaron a relacionar otras estructuras como hipotálamo e hipocampo, y comprendieron que puede haber una disminución de la actividad sináptica entre las neuronas.

Al final, cuando estos estudiantes les socializaron a sus compañeros de clase su pregunta de investigación, al igual que los grupos 2 y 6, reconocieron usos, propiedades medicinales, compuestos químicos y origen; pero a diferencia de los demás grupos, este centró su interés en los efectos que causa la *Cannabis sativa* sobre el sistema nervioso para que se genere una adicción; por lo que a modo de conclusión expusieron:

Para que se pueda generar la adicción principalmente debe haber una tolerancia hacia la sustancia, ya teniendo esta tolerancia, podríamos decir que se puede generar una drogodependencia, ya que el cuerpo segrega los cinco neurotransmisores conocidos como: serotonina, adrenalina, dopamina, gaba, viajando a través de la vía dopaminérgica dando gratificación, motivación, placer y compulsión; al viajar por la vía dopaminérgica, afectara el S.N.C., principalmente el área ventral tegmental, sistema límbico, núcleo accumbens amígdala cerebral, hipocampo y la corteza prefrontal, generando de esta manera una adicción a la sustancia. (Grupo 5, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

Los estudiantes de los casos 4 (posible consumidor) y 5 (consumidor esporádico), de entrada, mostraron interés por participar en clase y trabajar en equipo, incluso, realizaron aportes a sus compañeros de clase. Al momento de hablar sobre el tema de adicción, se les preguntó si todas las personas pueden volverse adictas a la marihuana, a este respecto la estudiante no consumidora respondió de forma afirmativa lo siguiente: «Sí puede suceder y entre más cantidad fume más» (Camila, entrevista

personal, 18 de julio, 2014). Entre tanto, el estudiante consumidor esporádico argumentó: «No, porque todas las personas somos diferentes y depende de su estado de ánimo y otros factores» (Esteban, entrevista personal, 18 de julio, 2014).

Según el diario de campo del profesor, los estudiantes, al trabajar en equipo, demostraron ser «un grupo muy activo, participan en clase, toman apuntes y aportan para que sus demás compañeros comprendan el tema» (Y. Hernández, comunicación personal, 15 de julio, 2014). Y durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, el grupo planteó la siguiente hipótesis para la solución a su pregunta de investigación:

La *Cannabis sativa* causa daños al cuerpo interior y exteriormente por su alto contenido de THC, lo cual causa daños al sistema nervioso evitando que tenga buena memoria, le causa dificultades al hablar y hace que pierda la parte sensitiva en el cuerpo. (Grupo 4, comunicación personal, 10 de agosto, 2014)

De este modo, estos estudiantes se acercaron a la solución de su pregunta, relacionaron varios términos y establecieron conexiones entre la planta y su contenido químico; en cuanto a los efectos a nivel del sistema nervioso, mencionaron algunas estructuras que pueden verse afectadas como el hipotálamo y supieron reconocer cambios en el estado de ánimo de una persona; no obstante, no lograron relacionar los efectos a nivel pulmonar ni cardíaco, razón por la que este grupo necesitó profundizar aún más en estos aspectos, para, finalmente, exponer sus resultados.

Por último, este grupo, al momento de socializar la pregunta de investigación por medio de un póster, llegó a las siguientes conclusiones:

Los componentes químicos de la Cannabis se liberan y se distribuyen por el cuerpo y lo reciben diferentes receptores, ya sean los CB<sub>1</sub> o CB<sub>2</sub>, se producen enfermedades respiratorias, cáncer en la garganta y en los pulmones, daños celulares y cerebrales, pérdida de memoria, poca comprensión, daños en la parte cognitiva y creativa de la persona. En el hipotálamo se presentan muchas anormalidades; tanto el arco reflejo, puesto que la sinapsis se da de manera más lenta, debido que al transportarse el THC, en la zona presináptica, se crean alteraciones en los neurotransmisores y al pasar el tiempo causa daños permanentes en cualquiera de las dos sinapsis. (Grupo 4, comunicación personal, 30 de septiembre, 2014)

De esta manera, se establece que la mayoría de los estudiantes objeto de estudio participaron colectivamente en la elaboración de preguntas y manifestaron interés por conocer distintas temáticas; sin embargo, se encontró que los estudiantes consumidores de marihuana, activos y esporádicos, plantearon preguntas cuyos objetivos eran el conocimiento de los efectos que ocasiona el consumo de *Cannabis sativa* en el cuerpo humano.

Lo anterior demuestra que la resolución de preguntas que relacionan intereses comunes, funciona como un factor motivacional, dado que no solo invita a trabajar colectivamente, sino además involucra aprendizajes significativos para garantizar

la participación durante las actividades. Esto es congruente con los planteamientos del modelo pedagógico social-cognitivo, que expone que el desarrollo mental, lingüístico y social de los niños es apoyado y mejorado por la interacción social con otros niños, de manera que se puede «fomentar el aprendizaje a través de procesos de desarrollo que operan cuando los niños interactúan con personas de su entorno y colaboración de sus compañeros» (Morrison, 2005, p. 99).

### *Componentes: emotiva y comportamental*

En relación con el caso 2, el estudiante demostró actitudes de aceptación para trabajar en equipo e interés por formular preguntas durante la clase; logrando con esto, que otros estudiantes se integraran y representaran roles participativos. Al respecto el joven dijo: «También aprendí que a la hora de hacer un trabajo debemos hacerlo con seguridad» (Julián, entrevista personal, 11 de octubre, 2014). Y en una de las clases, cuyo objetivo era conocer ciertos efectos, a corto y largo plazo de algunas sustancias psicoactivas, el profesor registró en el diario de campo que los estudiantes participaron tanto de manera individual como colectiva: «El caso 2 estuvo muy atento, participó, y además de ello, su diario de campo reporta que es necesario tener precaución antes de consumir algo» (Y. Hernández, comunicación personal, 15 de julio, 2014). Lo que conduce a pensar que este estudiante ya está relacionando la necesidad de aprender antes de tomar una decisión en su vida.

En otra de las actividades, cuando hicieron un cuadro comparativo de las distintas sustancias psicoactivas, se observó que los estudiantes de los casos 2, 4 y 5 tuvieron actitudes positivas y establecieron roles de trabajo sin dificultad que les permitió interactuar con sus compañeros de clase. Esto se evidenció en lo que registró el profesor en el diario de campo: «La construcción del cuadro comparativo sobre las distintas sustancias psicoactivas sirvió para aclarar dudas en los estudiantes, reconociendo el origen de estas sustancias; los estudiantes hacían preguntas como ¿cuáles podrían ser los efectos de la marihuana? ¿Quiénes la consumían? ¿Por qué lo hacían? ¿Hoy en día quiénes usan estas drogas?» (Y. Hernández, comunicación personal, 30 de julio, 2014).

En la actividad 5, que tenía como objetivo el reconocimiento de aspectos como legalización, usos e historia de la marihuana, a través de la lectura de artículos científicos, se encontró que los estudiantes presentaron, al inicio de la clase, dificultades para organizarse por equipos de trabajo y analizar la lectura; una situación similar a la que registraron en los reportes Márquez y Prat en Sanmartí (2007), quienes mencionan: «El desarrollo de la competencia lectora es actualmente un reto muy complejo, y más aún si nos referimos a la competencia lectora de textos con contenido científico»; por ello, fue necesario que, con ayuda del maestro, se orientara la clase para que los estudiantes consideraran diferentes puntos de vista sobre la legalización del cannabis y a partir de ahí discutieran algunos aspectos relevantes. De esa ma-

nera se logró que durante la actividad, los estudiantes objeto de estudio se unieran a sus grupos de trabajo, que, de acuerdo con lo que el profesor reportó en el diario de campo, los estudiantes «[...] participaron en clase e hicieron seguimiento de las lecturas, lo cual permite diagnosticar el nivel de análisis que hace cada uno de los casos de estudio, evidenciando que es necesario promover un poco más el análisis de lectura en las clases» (Y. Hernández, comunicación personal, 30 de julio, 2014).

Entre lo sucedido, algo importante para destacar es que hubo participación de los estudiantes que son consumidores, sobre todo, en lo referente a la legalización y usos del cannabis. Y en relación a los no consumidores se afirmó que los estudiantes «son muy puntuales, al preguntarles sobre *Cannabis sativa*, mencionan el origen, la comercialización, países donde se da la legalización, comienzan a relacionar los efectos que puede producir el consumo en el organismo y este tema se convierte para ellos en algo informativo y preventivo que permite ayudarlos a reconocer los problemas que puedan generarse y así tomar decisiones mucho más acertadas» (Y. Hernández, comunicación personal, 30 de julio, 2014).

De la misma manera, es importante mencionar que en estos dos componentes (emotiva y comportamental) se pudieron evaluar actitudes argumentativas y metacognitivas, y aunque al inicio de la implementación de la unidad didáctica, el estudiante del caso 1 (consumidor en proceso de rehabilitación) y el del caso 2 (consumidor) tuvieron dificultades para trabajar en equipo, pues mostraron poco interés y se distrajeron durante las clases que tenían como objetivo dar conocer las generalidades del sistema nervioso, poco a poco fueron participando, al punto que surgieron preguntas como las que formuló el joven del caso 1: «¿Qué pasa si se le mueren a uno las neuronas? ¿Cómo hacer para recuperarlas?» (Andrés, comunicación personal, 16 de julio, 2014). Esto evidencia el interés del estudiante por conocer a profundidad los efectos del consumo de la marihuana.

Para terminar, se observó que las actividades que involucran conceptos como los aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa* o los efectos de esta sustancia a nivel cardíaco, pulmonar y cerebral, junto con las lecturas y debates, que permiten conocer los distintos puntos de vista de los estudiantes, más el uso del laboratorio para identificar las consecuencias que dejan los neurotransmisores (adrenalina, acetilcolina, serotonina o dopamina) a nivel cardíaco en microcrustáceos como pulgas de agua (*Daphnia pulex*) y en Caracoles (*Hélix aspersa*), les permitió a los jóvenes que participaron en todos los casos de estudio, encontrar las pistas necesarias para resolver sus preguntas de investigación, y manifestar interés y compromiso por trabajar en equipo, mostrando, así, la capacidad de interactuar de manera productiva, a través de la relación de conceptos, la participación en clase, la argumentación y reflexión de los contenidos de enseñanza, tal y como menciona Toro *et al.* (2007) cuando asegura que «El ejercicio de trabajar de manera colectiva le ofrece al estudiante la oportunidad de aprender a participar con libertad de expresión en una discusión»



(p. 23); lo que sugiere que el trabajo en equipo es un agente motivador para los estudiantes, como sucedió en esta oportunidad para cinco de ellos.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que los jóvenes de todos los casos de estudio (estudiantes en proceso de rehabilitación por consumo, consumidores esporádicos, activos y potenciales consumidores), conceptualmente, no solo alcanzaron aprendizajes significativos sobre el reconocimiento de aspectos socioculturales de la *Cannabis sativa*, las generalidades del sistema nervioso y los efectos que produce el consumo de marihuana, sino que además fueron capaces de resolver preguntas de investigación. Todos los casos objeto de estudio desarrollaron desde la componente cognoscitiva actitudes argumentativas y metacognitivas a través de textos explicativos, esto se evidenció en las comunicaciones orales y escritas, mediante opiniones y explicaciones, lo que permitió generar mayor conciencia sobre los contenidos de enseñanza a partir de la elaboración de discursos argumentativos y reflexivos, producto de un análisis interior consciente sobre el aprendizaje.

Por ejemplo, el estudiante del caso 1 es una persona en proceso de rehabilitación por consumo que, aunque amplió sus conocimientos a nivel conceptual, y reconoció aspectos como usos, legalización y efectos de la *Cannabis sativa* en el cuerpo humano, inicialmente tuvo dificultades para desarrollar actitudes argumentativas de manera individual. No obstante, cuando trabajó colectivamente, logró desarrollar procesos argumentativos y, de igual modo, actitudes metacognitivas y de trabajo en equipo.

Los componentes emotiva y comportamental permitieron evaluar los sentimientos y acciones de los estudiantes, por lo que se demostró que quienes participaron en los diferentes casos de estudio tenían interés por el aprendizaje, dado que llevaron a cabo procesos motivacionales, resultado de la implementación de actividades de interés común. Esto no solo hizo que desarrollaran habilidades de comunicación y aceptación en el aprendizaje de la biología, también que reflexionaran sobre la problemática del consumo de *Cannabis sativa*; de este modo, la clase de biología logró que estos jóvenes maduraran procedimientos cognitivo-lingüísticos que dieron lugar a la producción de argumentos sobre la enseñanza y el aprendizaje, y fortalecieron las habilidades cognitivas que se vehiculizan a través del lenguaje oral y escrito.

Respecto el trabajo en equipo y la resolución de problemas, los tres componentes que permiten evaluar actitudes (cognoscitiva, emotiva y comportamental) demostraron que cuando los estudiantes resuelven preguntas sobre intereses comunes, surge un factor motivacional, dado que no solo se vinculan a trabajar colectivamente, también involucran aprendizajes significativos que garantizan su participación y comunicación durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje, de esa forma, todos los protagonistas de los diferentes casos de estudio (estudiantes en proceso de



rehabilitación por consumo, consumidores esporádicos, activos y potenciales consumidores) lograron interactuar de manera productiva y resolver problemas, eso los obligó a concentrarse en el contenido y a representar mentalmente la situación con un mayor grado de detalle.

Finalmente, aunque los estudiantes argumentaron la importancia de asociar la enseñanza y aprendizaje de conceptos biológicos a situaciones cotidianas, como apoyo fundamental para adquirir conciencia y reaccionar de manera crítica antes de actuar frente a una situación de riesgo por consumo, eso no demostró que los consumidores activos o esporádicos de *Cannabis sativa* tomaran la decisión inmediata de dejar de consumir; lo que indica que en este tipo de situaciones interfieren diferentes variables, como el contexto sociocultural de los jóvenes, el círculo de amigos, además, de sus emociones; por lo que se concluye que esta clase de trabajos requieren de un proceso continuo y de mayor profundidad en los colegios, en el que se fusionen los contenidos de enseñanza con el apoyo de amigos y familiares.

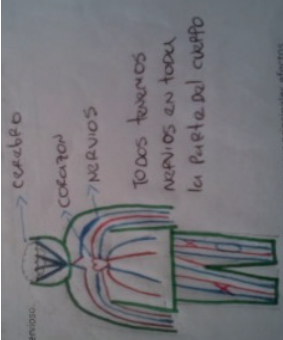
## Referencias bibliográficas

- Afanador, H. y Mosquera, J. (2012). Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria. *Revista Bio-grafía*, 5(8), 32-49.
- Agoustinous, M., Walker, I. y Donaghue, N. (2014). *Social Cognition: An Integrated Introduction*. London: Sage.
- Bannet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En J. Perales y P. Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 449-478). Marfil: Alcoy.
- Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Argentina: AIQUE, Grupo Editor S.A.
- Bardín, L. (1986). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Berger, K. (2007). *Psicología del desarrollo infancia y adolescencia*. (7.<sup>a</sup> Ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 369-380.
- Candela, M. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y aprendizaje*, (55), 13-28.
- Candela, E. y Espada, J. (2006). Una revisión histórica sobre la *Cannabis* y su regulación, salud y drogas. *Salud y Drogas*, (6)1, 47-70.

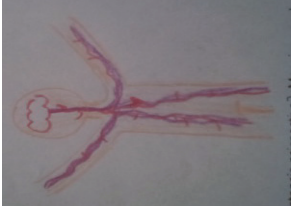
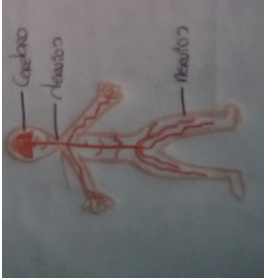
- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la biología: ¿cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Alambique*, (41), 27-41.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B. y Valls, E. (1992). Los contenidos de la reforma.
- Contreras, E., Hernández, Y., Mesa, P., Moreno y Fonseca, G. (2014). Caracterización de las concepciones sobre el sistema nervioso, sustancias psicoactivas y los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en estudiantes de grado octavo y noveno de seis instituciones educativas públicas de Bogotá D.C. *Revista EDUCyT*. Manizales, Caldas. Universidad de Caldas.
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria 9*. Barcelona, España: (pp. 47-71).
- García, J. (1998). La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo. *Revista educación y pedagógica*, 10(21), 145-173.
- Giordan (1993). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid, España: Siglo XXI Editores.
- Gobierno Nacional de la República de Colombia, Ministerio de Justicia y del Derecho, Observatorio de Drogas de Colombia, Ministerio de Salud y Protección Social; Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC); Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), (2013). Estudio de sustancias psicoactivas en Colombia (2014), Bogotá, p. 76.
- González, S. y García del Peso, H. (2013). *El desarrollo de habilidades para la vida contribuye a la prevención del consumo de drogas lícitas e ilícitas en adolescentes*. Colegio Guillermo Ordóñez Gómez. Santa Elena. 2012-2013 (Tesis de grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad-Ecuador.
- Grotenhermen, F. (2006). Los cannabinoides y el sistema endocannabinoide. *Cannabinoids*, 1(1), 10-14.
- Moral, M., Rodríguez, F y Sirvent, C. (2006). Factores relacionados con las actitudes juveniles hacia el consumo de alcohol y otras sustancias psicoactivas. *Psicothema*, 18, 52-58.
- Morrison, G. (2005). *Educación infantil*. (9.<sup>a</sup> Ed). Madrid: Pearson Educación S.A.
- Oficina Contra las Drogas y el Delito de las Naciones Unidas (UNODC). (2010). *Informe mundial sobre las drogas*. Publicación de las Naciones Unidas, n.º de venta S.10. XI.13.
- Pratap, B. y Komiyenko, A. (2012). Toxic Effects of Marijuana on the Cardiovascular System. *Cardiovasc Toxicol*, 12(2), 143-148.

- Revel Chion, A., Meinardi, E. y Aduríz-Bravo, A. (2012). Impacto del aprendizaje de la competencia argumentativa en la adquisición de un modelo complejo de salud y enfermedad. X Jornadas Nacionales. En *V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Villa Giardino. Córdoba. Argentina.
- Revel Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P. y Aduríz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Rodríguez, W., Hernández, R., Muñoz, L., Lizarazo, A. y Salamanca, A. (2011). Actitudes hacia la ciencia: Un campo de interés investigativo en la didáctica de las ciencias. *Actualidades pedagógicas*, 51, 121-139.
- Saavedra, B. y Vallejo, C. (2014). Las actitudes en la enseñanza aprendizaje de la biología. Una mirada desde la práctica pedagógica. Memorias del VII Encuentro Nacional de Experiencias en la Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental y II Congreso Nacional de Investigación en la Enseñanza de la Biología. *Revista Bio-grafía, Edición Extra-Ordinaria*, pp. 311-319.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencias. En T. Álvarez Ángulo P. Fernández Martínez (Coords.), *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo* (pp. 103-128). Madrid: Ministerio de Educación.
- Salazar, L. (2013). *Enseñanza aprendizaje del concepto de sistema nervioso en estudiantes de básica secundaria*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.
- Scoppetta, O. (2010). *Consumo de drogas en Colombia: Características y tendencias*. Dirección Nacional de Estupeficientes. Bogotá D.C.: Guadalupe S.A.
- Toro, J., Reyes, C., Martínez, R., Castelblanco, Y., Cárdenas, F., Granés, J. y Córdoba, C. (2007). Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales. ICFES. Bogotá: ICFES.
- Torres, A. (2013). *Propuesta metodológica para la enseñanza del sistema nervioso en el grado octavo de la institución educativa Francisco Miranda*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.

Tabla 1. Concepciones acerca del sistema nervioso y los efectos del consumo de *Cannabis sativa*

Estudiante	Concepciones del sistema nervioso	Efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano	Representación del sistema nervioso
<b>Caso 1: Andrés.</b> (Consumidor en proceso de rehabilitación).	«Es la función que cumple que nosotros podamos movilizarnos y sentir cuando nosotros nos golpeamos o asustamos».	- «La marihuana causa dolor de cabeza y adormecimiento del cerebro». -«La gente la consume para sentirse chévere».	 <b>Figura 5: Sistema nervioso.</b> (Representa estructuras como el cerebro).
<b>Caso 2: Julián</b> (Consumidor de Cannabis sativa).	«El sistema maneja nuestro cuerpo, nuestros sentidos, nuestras emociones, si no tuviéramos nervios no tendríamos dolor, va conectado al cerebro y por medio de choques eléctricos da órdenes para realizar acciones rápidas».	«Podría definirla como una sustancia no tan mala para el cuerpo, puesto que es una planta natural, gracias a eso es una planta muy buena para enfermedades como cáncer, problemas cardíacos, asma».	 <b>Figura 5. Sistema nervioso.</b> (Representa estructuras como cerebro, nervios y el corazón).

Continúa

Estudiante	Concepciones del sistema nervioso	Efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano	Representación del sistema nervioso
<b>Caso 3 Luisa</b> Consumidora esporádica)	«El sistema nervioso es todo lo que nos conecta el cerebro y nos da movimiento al cuerpo, cumple la función de darle órdenes al cuerpo».	<ul style="list-style-type: none"><li>-«Es una sustancia que hace daño después de consumirla mucho con el tiempo se deteriora el cuerpo».</li><li>-«La marihuana puede que sea buena para unas cosas como medicinales, pero daña algunas partes del cuerpo».</li><li>-«Cuando una persona consume marihuana poco a poco se le van dañando las neuronas, porque cuando uno consume se va sintiendo en otro mundo como que queda sin conocimiento».</li></ul>	 <p><b>Figura 6. Sistema nervioso</b> («Representa los nervios que van conectados al cerebro y controlan el cuerpo»).</p>
<b>Caso 4 Camila</b> (Potencial consumidora)	«Es la parte del cuerpo donde se transmite todas las órdenes del cuerpo que manda al cerebro, también es la parte donde el cuerpo emite los movimientos».	<ul style="list-style-type: none"><li>-«En algunas ocasiones la marihuana puede ser buena para las enfermedades que tienen algunas personas, puede ser buena o mala y eso depende que tan adicto este a ella».</li><li>-«Mucha gente habla mucho y se dejan llevar por el momento».</li></ul>	 <p><b>Figura 7</b> . Sistema nervioso («Está constituido por cerebro y nervios por los que mandan las ordenes desde el cerebro»).</p>

Continúa

Estudiante	Concepciones del sistema nervioso	Efectos que produce el consumo de marihuana en el cuerpo humano	Representación del sistema nervioso
<b>Caso 5 Esteban</b> (Consumidor esporádico)	«Para mí el sistema óseo, lo que comunica el cerebro cuando nos tocan el brazo o cuando algo nos pasó, él comunica al cerebro que nos tocaron el brazo».	-«Con el consumo de la marihuana se siente mareado y se duerme el cuerpo». -«Para mí no es buena ni mala, pues como el 5 % de la población que la consume no quedan adictos».	<b>Figura 8. Sistema nervioso</b> («Está constituido por cerebro y nervios por los que mandan las órdenes desde el cerebro»).

**Fuente:** elaboración propia a partir de lo reportado por estudiantes del colegio Bravo Páez

Tabla 2. Propuesta pedagógica

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
Fase I: Consolidando mi pregunta	<b>Actividad 1:</b> Concepciones del sistema nervioso	Identificar las concepciones que poseen los estudiantes de grado noveno sobre el concepto del sistema nervioso y los efectos del <i>Cannabis sativa</i> en el cuerpo humano.	<b>Nuevos conocimientos</b> Mediante la aplicación de un instrumento que contiene preguntas sobre el concepto del sistema nervioso, conocimiento sobre las drogas y los efectos del <i>Cannabis sativa</i> en el cuerpo humano, se caracterizarán las concepciones que poseen los estudiantes de noveno grado.	Argumentación
	<b>Actividad 2:</b> Consolidación de preguntas de investigación	Conformar equipos de trabajo para la resolución de una pregunta-problema relacionada con el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	<b>Resolución de problemas</b> Los estudiantes formularán de manera individual una pregunta de uno de los tópicos que más les llame la atención (cannabis y componentes activos, bondades terapéuticas y discusión sociocultural, efectos inmediatos y largo plazo, adicción). <b>Trabajo colectivo</b> Una vez formuladas, se organizarán de acuerdo con el tópico escogido; de esta manera los estudiantes trabajarán de forma colectiva en la construcción de una pregunta de interés común que relacione el sistema nervioso y los efectos del <i>Cannabis sativa</i> . <b>Nuevos conocimientos</b> Construcción de la pregunta de investigación.	Argumentación. Interés por la ciencia. Trabajo en equipo.

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
<b>Fase II:</b> Aspectos socioculturales de la <i>Cannabis sativa</i>	<b>Actividad 3:</b> <i>Cannabis sativa</i> , cannabinoides y efectos	<p>Conocer las características morfológicas de la <i>Cannabis sativa</i> y su ecología.</p> <p>Conocer los distintos tipos de cannabinoides y su relación con las bondades terapéuticas.</p> <p>Reconocer los efectos que produce el <math>\Delta^9</math>-tetrahidrocannabinol (<math>\Delta^9</math>-THC) en la actividad cerebral, a nivel cardíaco y pulmonar.</p>	<p><b>Nuevos conocimientos</b> Mediante una ficha sellada que contiene una hoja de marihuana, de manera rotativa los estudiantes observarán algunas de las características que más les llame la atención. Luego socializarán junto con la docente la descripción morfológica de la planta.</p> <p>También, a través de una presentación indicarán algunos aspectos ecológicos, taxonómicos y componentes químicos de la planta, además presentarán algunos ejemplos de la activación de receptores cannabinoides <math>CB_1</math> y <math>CB_2</math> y los posibles efectos, tras el consumo de THC a nivel cerebral, cardíaco y pulmonar.</p> <p><b>Trabajo colectivo</b> Al final se realizará un debate sobre las propiedades medicinales y su relación con los Cannabinoides.</p> <p><b>Resolución de problemas</b> Esta clase permitirá en los estudiantes construir argumentos para más adelante solucionar la pregunta.</p>	<p>Argumentación</p> <p>Metacognición</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Resolución de problemas</p>

Continúa



Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
	<b>Actividad 4:</b> Sustancias psicoactivas	Establecer diferencias entre las distintas sustancias psicoactivas. Diferenciar sustancias psicoactivas de origen natural y sintético. Conocer algunos efectos a corto y largo plazo de algunas sustancias psicoactivas.	<b>Nuevos conocimientos</b> Mediante una presentación, es importante explicarles a los estudiantes, profundizar en los efectos y componentes de otras sustancias psicoactivas, como el LSD, cocaína, éxtasis; heroína, rivotril; o inhalantes, como el bórax, <i>popper</i> y <i>dick</i> . <b>Trabajo colectivo</b> Construirán un cuadro en el que se clasifiquen las distintas sustancias psicoactivas, según su origen; es decir, natural o sintética, si es neuroestimulante o neurodepresora o si es una sustancia alucinógena; asimismo en el que aparezcan aspectos de legalidad y formas de consumo. También, los estudiantes observarán un video sobre cómo funcionan las drogas y, en un mapamundi, ubicarán los países donde la marihuana es ilegal o legal.	Argumentación Metacognición Trabajo en equipo

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
	<b>Actividad 5:</b> Artículos científicos-consulta a la comunidad	<p>Leer artículos científicos que relacionen aspectos, como legalización y usos del <i>Cannabis sativa</i>.</p> <p>Construir un mapa conceptual que relacione la legalidad, usos, historia y productos del <i>Cannabis</i>.</p> <p>Socializar en conjunto con los estudiantes aspectos, como legalidad, efectos terapéuticos, historia del <i>Cannabis</i>.</p> <p>Indagar en la comunidad sobre los conocimientos que se tienen de la <i>Cannabis sativa</i>.</p>	<p><b>Trabajo colectivo</b></p> <p>Los estudiantes leerán los siguientes cuatro artículos científicos, los cuales están previamente resumidos y son de fácil comprensión:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Legalización de marihuana en Uruguay prende debate sobre las drogas en Colombia. Tomado del periódico El País.</li><li>2. Los productos de <i>Cannabis sativa</i>: situación actual y perspectivas en medicina (Rodríguez, R., 2012).</li><li>3. Los usos terapéuticos del cannabis (Callado, L).</li><li>4. Una revisión histórica sobre la historia del cannabis y su regulación. (Candela, E. y Espada, J., 2006).</li></ol> <p>A partir de estos realizarán un análisis y socializarán sus puntos de vista con todos los estudiantes.</p> <p><b>Nuevos conocimientos</b></p> <p>Elaborarán un mapa conceptual que relacione los aspectos más importantes vistos en las lecturas y, finalmente, socializarán los aspectos más relevantes, resolviendo dudas o inquietudes.</p> <p><b>Trabajo colectivo</b></p> <p>Realizarán una consulta a su comunidad, a manera de entrevista, en la que se indague sobre los conocimientos que esta posee sobre las generalidades del cannabis y sus efectos.</p> <p><b>Resolución de problemas</b></p> <p>Esta clase aporta aspectos, como legalidad, efectos terapéuticos e historia del cannabis. Conceptos que los estudiantes requieren para poder solucionar las preguntas de investigación.</p>	<p>Argumentación</p> <p>Metacognición</p> <p>Interés por la ciencia</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Resolución de problemas</p>

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
	<p><b>Actividad 6:</b> Historia y usos del cannabis</p>	Reconocer y socializar aspectos históricos, socioculturales y medicinales de la <i>Cannabis sativa</i> .	<p><b>Trabajo colectivo</b> Socializarán la experiencia de haber indagado en su comunidad las generalidades y conocimientos que esta tiene de la marihuana.</p> <p><b>Nuevos conocimientos</b> Observarán unas diapositivas que aclaran aspectos como historia y usos del cannabis.</p> <p><b>Resolución de problemas</b> Los estudiantes irán encontrando pistas para ir resolviendo el problema, al conocer sobre la historia y usos de la marihuana.</p>	<p>Argumentación</p> <p>Metacognición</p> <p>Resolución de problemas</p>
	<p><b>Actividad 7:</b> Debate: Bondades y usos del cannabis</p>	<p>Realizar un debate sobre las bondades y usos terapéuticos de la <i>Cannabis sativa</i>.</p> <p>Conocer el nivel discursivo de los estudiantes en el desarrollo de un debate.</p>	<p><b>Trabajo colectivo</b> Los estudiantes representarán los roles de sacerdotes, abogados, médicos, padres de familia, profesores, y realizarán un debate por grupos sobre el consumo del cannabis. Luego, se les presentarán tres casos que deben socializar en equipos de trabajo; posteriormente, presentarán ante el grupo su debate, relacionando sus puntos de vista sobre el uso terapéutico y las bondades de la marihuana.</p> <p><b>Nuevos conocimientos</b> Se escogerán algunos estudiantes para representar al curso y construir un debate final en el que se pongan en discusión, de manera individual, sus puntos de vista sobre legalización, usos, bondades terapéuticas y efectos de la <i>Cannabis sativa</i>.</p> <p><b>Resolución de problemas</b> El debate se acercará a resolver el problema de investigación, es posible que no suceda de manera inmediata, dado que más adelante deberán reunirse y recopilar la información necesaria para su solución.</p>	<p>Argumentación</p> <p>Metacognición</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Resolución de problemas</p>

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
<b>Fase III:</b> Generalidades del sistema nervioso y efectos de la <i>Cannabis sativa</i>	<b>Actividad 8:</b> Generalidades del sistema nervioso	Conocer las generalidades del sistema nervioso, y la función que cumple en el cuerpo humano.  Diferenciar sistema nervioso central de sistema nervioso periférico.  Reconocer las funciones del sistema nervioso simpático y parasimpático	<b>Nuevos conocimientos</b> A través de un mapa sinóptico o conceptual, los estudiantes comprenderán algunas generalidades del sistema nervioso, desarrollo histórico del concepto, sistema nervioso central y periférico, tipos de células nerviosas y sinapsis. Sistema nervioso simpático y parasimpático, y arco reflejo. Asimismo, elaborarán dibujos de los diferentes tipos de neuronas, y, a través de la participación, compartirán información al respecto.  <b>Trabajo colectivo</b> Mediante el uso de cartulinas, realizarán la construcción de un modelo en el tablero que explique el sistema nervioso simpático y parasimpático, y sus respectivas funciones; esto con el fin de promover la participación en clase.  <b>Resolución de problemas</b> Los estudiantes se acercan a la resolución del problema, pues se reúnen con sus grupos de trabajo y discuten los resultados que observan y el aporte que hace la clase a su pregunta de investigación.	Argumentación Metacognición Trabajo en equipo Resolución de problemas

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
	<b>Actividad 9:</b> Hemisferios y áreas del cerebro	<p>Reconocer las principales áreas y hemisferios del cerebro.</p> <p>Reconocer los efectos que puede causar el consumo de la marihuana sobre estas áreas del cerebro.</p>	<p><b>Nuevos conocimientos</b></p> <p>Mediante unas diapositivas, los estudiantes presentarán las funciones de los hemisferios y las distintas áreas del cerebro. Como complemento, podrán proyectar un video que permita identificar las áreas del cerebro y su importancia en el funcionamiento del cuerpo humano. Finalmente, resolverán una guía en la que revisará su pregunta de investigación.</p>	<p>Argumentación</p> <p>Metacognición</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Resolución de problemas</p>

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
	<b>Actividad 10:</b> Sinapsis y neurotransmisores	Comprender cómo ocurre el proceso de sinapsis en las neuronas. Conocer la importancia de los neurotransmisores. Diferenciar distintos tipos de neurotransmisores. Identificar el efecto que hacen los neurotransmisores (adrenalina, acetilcolina, serotonina, dopamina etc.) a nivel cardíaco en microcrustáceos como pulgas de agua ( <i>Daphnia pulex</i> ) y en caracoles ( <i>Helix aspersa</i> ). Comparar el efecto que hacen los neurotransmisores y el <i>Cannabis sativa</i> en organismos como <i>Daphnia pulex</i> .	<b>Nuevos conocimientos</b> Mediante una presentación, se dará a conocer el proceso de sinapsis, la importancia y efectos de algunos neurotransmisores, como adrenalina, acetilcolina, GABA, serotonina, dopamina, y se complementará el tema con algunos videos. <b>Trabajo colectivo</b> Los estudiantes deberán averiguar aspectos, como descripción ecológica y taxonómica, y consignarlos en sus cuadernos. Al ir al laboratorio, se organizarán por mesones y por grupos de trabajo. <b>Nuevos conocimientos</b> Trabajarán con pulgas de agua ( <i>Daphnia pulex</i> ) y Caracoles ( <i>Helix aspersa</i> ), a partir de esto, los estudiantes reconocerán el efecto que hacen los neurotransmisores (adrenalina, acetilcolina, serotonina, dopamina, etc.) a nivel cardíaco en microcrustáceos y caracoles. <b>Resolución de problemas</b> Los estudiantes están más cerca de resolver el problema, por eso este laboratorio los motiva a aprender y a reflexionar sobre el concepto que se está enseñando.	Argumentación Metacognición Trabajo en equipo Resolución de problemas

Continúa

Fases	Concepto por desarrollar	Objetivos de aprendizaje	Principios didácticos para trabajar en clase bajo el modelo social cognitivo	Actitudes científicas
<b>Fase IV:</b> Comunico los resultados de mi pregunta de investigación	<b>Actividad 11:</b> Socialización de la pregunta de investigación.	Comunicar los proyectos trabajados por cada uno de los grupos en la solución de la pregunta de investigación.	<b>Nuevos conocimientos, trabajo colectivo y resolución de problemas</b> Los estudiantes socializarán en un poster sus preguntas de investigación, estableciendo relaciones entre el sistema nervioso y el efecto que produce el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	Argumentación Metacognición Trabajo en equipo Resolución de problemas Toma de decisiones

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Actitud: argumentación y metacognición en la componente cognoscitiva

Actitud: argumentación y metacognición					
Componentes de actitudes	Caso 1: Andrés. (Consumidor en proceso de rehabilitación).	Caso 2: Julián. (Consumidor de Cannabis sativa).	Caso 3: Luisa. Consumidora esporádica)	Caso 4: Camila. (Potencial consumidora)	Caso 5: Esteban. (Consumidor esporádico).
Cognoscitiva	Aspectos socioculturales de la Cannabis sativa y sus efectos				
	<p>-«Se ha legalizado en países como Holanda y Uruguay».</p> <p>- «Hay muchas clases de marihuana, puede contener entre 5, 7 o más folíolos».</p> <p>-«El consumo de marihuana se ha disparado por todo el mundo y ha sido usada de manera medicinal en pacientes con cáncer o glaucoma, para aliviar el dolor».</p> <p>-«La mayoría de veces sí ayuda a tranquilizar el dolor que tengamos, pero también tiene consecuencias en nuestro organismo y nuestro sistema nervioso, como daños en la memoria».</p>	<p>-«La marihuana es una sustancia neurodepresora; puede causar varios daños en el cuerpo como pérdida de memoria, acelera el ritmo cardíaco, daños en los pulmones etc.».</p> <p>-«Está compuesta de THC y sus componentes cannabinoides que ponen el sistema nervioso en estado de somnolencia».</p> <p>-«La Cannabis sativa, más conocida como marihuana, da sus primeros orígenes en Asia y China, ya hace más de 5000 años».</p> <p>-«La marihuana no es medicinal, tiene algunas propiedades que pueden ayudar, por ejemplo, como analgésicas para aliviar el dolor en pacientes con cáncer».</p> <p>-«La mayoría de personas no tienen cáncer y aun así lo hacen con fines lúdicos».</p>	<p>-«La Cannabis sativa se originó en Asia. Tiene más de 500 componentes, entre ellos, el THC Y 50 son cannabinoides que lo que hace a través del tiempo es hacer que la persona pierda la concentración y después se deteriore el cuerpo».</p> <p>-«Es un neurodepresor que con el paso del tiempo puede hacer mucho daño, más que todo en el cerebro. Una persona que consume marihuana puede demorar más tiempo en resolver problemas matemáticos».</p>	<p>-«La Cannabis sativa su origen se dio en Asia central, en los 70 y 80, se dio a consumirla de forma recreativa, al paso del tiempo fue creciendo su comercialización y producción, los primeros países en legalizarla fue Holanda y Uruguay».</p> <p>-«En China y Asia se usó con fines terapéuticos, aromatizantes, rituales religiosos».</p> <p>-«La marihuana causa efectos en el cuerpo humano, entre ellos, los pulmones, altera algunas zonas cardíacas, no es medicinal como lo creen ciertos países y personas. La marihuana contiene sustancias analgésicas que hace que se relaje el cuerpo».</p>	<p>-«La Cannabis está conformada por una o varias especies, una es natural y otra es sintética como el krippy, y esta droga tiene mayor adicción para el cuerpo».</p> <p>-«Al consumir esta sustancia se empiezan a adquirir enfermedades como la pérdida de la memoria a largo plazo, también puede generarse cáncer en la garganta».</p> <p>-«Sí y no porque, por una parte, no es medicinal sino que tiene efectos curativos para algunas enfermedades, tiene propiedades antivomitivas y ayuda a tratar a pacientes con cáncer y glaucoma».</p>

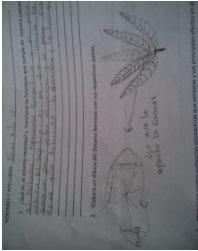




Continúa



Componentes de actitudes	Actitud: argumentación y metacognición				
	Caso 1: Andrés. (Consumidor en proceso de rehabilitación).	Caso 2: Julián. (Consumidor de Cannabis sativa).	Caso 3: Luisa. Consumidora esporádica)	Caso 4: Camila. (Potencial consumidora)	Caso 5: Esteban. (Consumidor esporádico).
Cognoscitiva	Generalidades del sistema nervioso y efectos de la Cannabis sativa				
	-«Es el sistema encargado de percibir, responder y procesar la información por fibras nerviosas y musculares».	-«Es un sistema vital para la vida humana que maneja casi todos nuestros demás sistemas y movimientos, que le podemos causar graves daños con cualquier consumo de drogas, podemos ayudarnos con actividades lúdicas como la lectura».	-«El sistema nervioso está conformado por sistema nervioso central y sistema nervioso periférico, cuando se consume Cannabis sativa puede afectar el cerebro, el cerebelo que es el encargado del equilibrio y la coordinación, al igual que los pulmones; además, puede verse afectado el sistema simpático y el parasimpático».	-«El CB <sub>1</sub> afecta directamente el sistema circulatorio y los CB <sub>2</sub> afecta el sistema inmunológico, esto hace que se creen alteraciones a nivel del hipocampo que es donde está la memoria y la personalidad de la persona, y esto a largo plazo se va alterando».	-«El sistema nervioso con sustancias o golpes sufre mucho, en lo motor y en la parte cerebral».
		-«Se encarga de la locomoción motora de todo el cuerpo, cumple funciones de equilibrio y concentración. También controla la movilidad y el pensamiento y reacciones del ser humano».		-«Es el que controla la parte sensitiva, controla nuestras emociones».	

Fuente: elaboración propia a partir de lo reportado por estudiantes del colegio Bravo Pérez

Tabla 4. Representación del sistema nervioso

<b>Caso 1: Andrés. (Consumidor en proceso de rehabilitación).</b>	 <p>Figura 10 <i>Sistema nervioso</i> (Cerebro, asociado al consumo de cannabis genera daño en los lóbulos cerebrales).</p>
<b>Caso 2: Julián. (Consumidor de Cannabis sativa).</b>	 <p>Figura 11 <i>Sistema nervioso</i> (Representa estructuras como cerebro y médula espinal).</p>
<b>Caso 3: Luisa. Consumidora esporádica)</b>	 <p>Figura 12 <i>Sistema nervios</i> Menciona estructuras como cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo y médula espinal, que forman parte del SNC.</p>
<b>Caso 4: Camila. (Potencial consumidora)</b>	 <p>Figura 13 <i>Sistema nervioso</i> (Representa estructuras como cerebro, cerebelo y médula espinal).</p>
<b>Caso 5: Esteban. (Consumidor esporádico).</b>	 <p>Figura 14 <i>Sistema nervioso</i> (Representa estructuras como cerebro y nervios).</p>

**Fuente:** elaboración propia a partir de lo reportado por estudiantes del colegio Bravo Páez

Tabla 5. Sentimientos de los estudiantes sobre la clase de biología

Caso 1: Andrés. (Consumidor en proceso de rehabilitación)	Caso 2: Julián. (Consumidor de Cannabis sativa)	Caso 3: Luisa. Consumidora esporádica)	Caso 4: Camila. (Consumidora potencial)	Caso 5: Esteban. (Consumidor esporádico)
-«Me parecieron bien las clases, porque me dio más información de la marihuana para que mi cuerpo no vuelva a consumir; porque me dio los medios para saber más de lo que afecta a mi cuerpo y a mi memoria».	-«Me pareció muy interesante, pues pusimos a prueba diferentes elementos como adrenalina, dopamina y serotonina». «Fue un laboratorio muy interesante, pues aprendí los efectos que causan algunas sustancias en el cuerpo humano o de un ser vivo». «La clase de hoy estuvo interesante, llena de conocimientos y experiencias. Aprendí por medio de un video las causas de la cocaína, la cannabis, las anfetaminas y la heroína en situaciones cotidianas o de riesgo».	«Me he sentido muy bien en la clase porque me ha enseñado mucho acerca del daño que puede causar la marihuana en mi cuerpo, y es muy interesante aprender cosas nuevas».	«Me han gustado mucho las clases, ya que me he enterado de las consecuencias. He aprendido más del cannabis, su forma de actuar en el cuerpo. Lo mejor que me deja las clases es el conocimiento que me deja para toda una vida y me gustaría que hicieran en todos los colegios esta clase de actividades».	«Me parecieron buenas las clases porque nos enseñan de dónde son traídas las drogas, además de los daños que hace a nuestro cuerpo interno y exteriormente».

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Actitudes argumentativas y metacognitivas en una situación de riesgo de consumo

<b>Caso 1: Andrés. (Consumidor en proceso de rehabilitación)</b>	<p>-«Pues yo primero le daría una orientación y le diría las propiedades que tiene la marihuana».</p> <p>«Lo apoyaría para que él no recorriera el mundo que uno ha recorrido y me iría del barrio para que él no estuviera con esos amigos».</p>	<b>Caso 2: Julián. (Consumidor de Cannabis sativa)</b>	<p>-«Si prueba cannabis que se sostenga y abstenga de solo consumir marihuana y no pruebe otras cosas peores».</p> <p>-«Yo opino que el consumo de cannabis debe darse de manera responsable, no muy constante cuando ya se haya alcanzado un nivel de madurez elevado. Y también que si lo hace como primero, lo pondría a investigar sobre lo que va a consumir».</p>	<b>Caso 3: Luisa. Consumidora esporádica)</b>	<p>«Primero que todo le diría que se aleje de las personas que sabe que le van a enseñar cosas malas. Le explicaría el daño que le hace consumir marihuana, que por ahora puede que lo hace porque le dicen los demás o por moda, aunque le advertiría las consecuencias para que reaccione y deje ese vicio».</p>	<b>Caso 4: Camila. (Consumidora potencial)</b>	<p>«Que no se deje llevar y se aleje de ellos. Le explicaría que causaría las consecuencias que tendría y la preocupación de nuestros padres al enterarse de eso, que no acelere a situaciones muy adultas».</p>	<b>Caso 5: Esteban. (Consumidor esporádico)</b>	<p>«Consumir marihuana es normal en el ambiente que hemos creado, ya no se respetan parques, pero como punto de vista personal, no es normal que una persona haga eso, pero pues más personas están generando adicciones, que llegando a consumir esas cosas pueden cometer actos vandálicos».</p> <p>-«No es alejarse de los amigos, es tener una personalidad definida y saber que si uno no quiere hacer eso, pues no lo hace y ya».</p>
--	---	--	---	---	--	--	--	---	---

**Fuente:** elaboración propia

## CAPÍTULO V

# Enseñanza del sistema nervioso: un camino hacia la toma de decisiones asertivas en torno al consumo de sustancias psicoactivas

Erika Yamile Contreras Usaquén<sup>1</sup> y Sandra Johana Gómez<sup>2</sup>

*El problema de la motivación en el aula, no se debe a  
que los estudiantes no están motivados sino que sus  
intereses son diferentes a los supuestos por el sistema  
de enseñanza*

Claxton, 1954

El problema del consumo de sustancias psicoactivas requiere de una búsqueda de soluciones desde diversos campos, incluyendo las aulas de ciencias naturales, ya que desde la clase de ciencias es posible desarrollar capacidades para que los estudiantes puedan actuar crítica y reflexivamente ante las diversas situaciones de la vida cotidiana, como el consumo de drogas.

En este capítulo se presenta una propuesta didáctica que gira en torno al aprendizaje del sistema nervioso y busca el desarrollo de la toma de decisiones asertivas con respecto al consumo de *Cannabis sativa*. Fue desarrollada bajo el enfoque de enseñanza para la comprensión (EpC) en el colegio San Bernardino IED, con 40 estudiantes de los cursos 901 y 902, y llevada a cabo en tres bucles de investigación-acción, desde los que se construyeron modelos materiales del cuerpo humano y los

1 Licenciada en Biología, Proyecto Curricular: Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2 Docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Colegio San Bernardino IED.

efectos del consumo de *Cannabis sativa*, que funcionaron como movilizadores del cambio de modelo mental. Al finalizar el proceso, se encontró que los estudiantes cambiaron sus modelos mentales en relación con el sistema nervioso, pero, más allá, se evidenció que comprendieron la importancia del conocer y cuidar su cuerpo.

## Introducción

El consumo de sustancias psicoactivas se ha convertido en un tema común entre los estudiantes. Según la Secretaría de Integración Social de Bogotá (2012), desde la adolescencia hay una creciente propensión a vincularse con psicoactivos, con diversidad de tendencias de sustancias inhalantes que son ofrecidas, como el *popper*, el *dick* y adhesivos, que han ido apareciendo en el escenario cotidiano de niños, niñas y adolescentes; del mismo modo, diversos estudios realizados mencionan que la edad de inicio del consumo de sustancias, como el alcohol y el cigarrillo, es de 12 años; y para el consumo de una sustancia ilícita, como la marihuana, es de 14 años (Scoppetta, 2010).

Con base en lo anterior, se hace necesario que desde la escuela, según la Ley General de Educación (115 de 1994), se desarrolle la formación para la promoción y prevención de la salud y la higiene, y que desde las aulas de ciencias naturales se implementen estrategias que permitan el desarrollo de actitudes hacia el cuidado del cuerpo, tal como lo menciona Cañal (2004); pues la enseñanza de las ciencias debe plantear objetivos que se refieran al desarrollo de capacidades e instrumentos cognitivos y afectivos necesarios para que el alumnado vaya logrando posicionarse personalmente y actuar ante problemáticas socioambientales que incluyen componentes del conocimiento biológico.

Desde esta perspectiva, se elaboró esta propuesta didáctica que gira en torno al aprendizaje del sistema nervioso y busca el desarrollo de la toma de decisiones asertivas con respecto al consumo de *Cannabis sativa*. La construcción de la propuesta se llevó a cabo en tres bucles de investigación: el primer bucle corresponde a la caracterización de los estudiantes: (instrumento socioeconómico, test de representaciones iniciales, test FRIDA y cartografía social); el segundo bucle está relacionado con la realización de una serie de actividades vinculadas a la ecología, biología, morfología del *Cannabis sativa* y generalidades del sistema nervioso; el tercer bucle tiene que ver con las actividades encaminadas a la comprensión de los efectos inmediatos y efectos a largo plazo del consumo de *Cannabis sativa*; en este se realiza la sistematización de los hallazgos, tras el proceso total de enseñanza y aprendizaje.

Vale la pena aclarar que toda la propuesta didáctica está basada en la construcción de modelos, entendiendo que estos pueden ser herramientas que ayudan a describir una cosa o evento y que permiten a los estudiantes reconocer su cuerpo y los efectos que ocurren en este cuando se consume este tipo de sustancia; asimismo,

permiten elaborar una serie de argumentos para dar solución a las diferentes situaciones de la vida cotidiana.

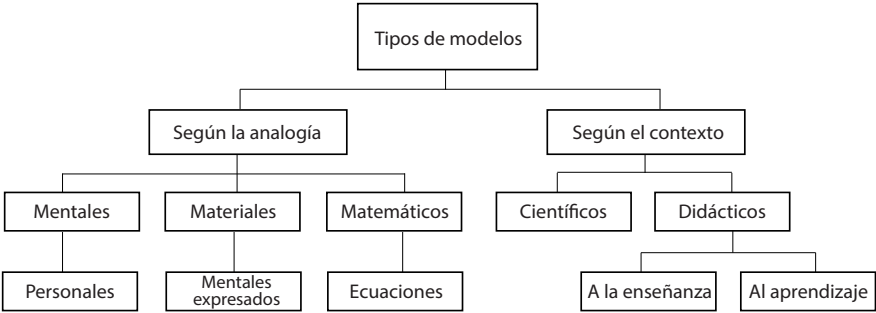
## Referentes teóricos

Aunque la enseñanza del sistema nervioso se ha centrado en el aprendizaje de ciertos conceptos, necesarios para entender su estructura y funcionamiento, difícilmente se encuentra literatura vinculada a la prevención del consumo de sustancias psicoactivas. La prevención resulta ser un tema desligado de las diferentes disciplinas que se enseñan en la escuela; es presentada en programas que generalmente dirige un profesional de psicología. Y no es que estos programas sean ineficientes, simplemente es que los temas relacionados con la prevención deberían poder ser tratados en la clase de ciencias desde el mismo conocimiento que se construye en el aula de clase acerca del funcionamiento del cuerpo humano. Torres (2013) presenta una propuesta bastante interesante, ya que a partir de la enseñanza del sistema nervioso da a conocer los efectos del consumo de sustancias psicoactivas que les permiten a los estudiantes el desarrollo de diferentes competencias. Otros trabajos, como los de Salazar (2013) y Serrano (1993), exponen propuestas en las que se identifican los obstáculos en el aprendizaje del sistema nervioso, estrategias para la enseñanza del sistema nervioso y los modelos mentales de los estudiantes respecto al tema; y aunque no mencionan la prevención, sí resultaron de gran utilidad para enriquecer esta investigación. En este apartado se hará mención a algunos referentes teóricos que han sido necesarios para el desarrollo de esta propuesta.

## Los modelos en la enseñanza de las ciencias

Pensar la enseñanza del sistema nervioso vinculando a ella los efectos del consumo de *Cannabis sativa* con el fin que los estudiantes asuman una postura crítica, reflexiva y que a la vez incentive en ellos la toma de decisiones, se convierte en un reto para diseñar una propuesta que se adapte a las necesidades y a los intereses de los estudiantes. En este caso se decidió que la estrategia más apropiada para que ellos comprendieran esta información es la construcción de modelos. Pero, ¿qué es un modelo? Según Chamizo (2010), los modelos son representaciones basadas en analogías construidas a partir de la contextualización de una parte del mundo con un objeto definido. Partiendo de esto, el autor presenta unas tipologías de modelos, según la analogía y el contexto que se debe entender (figura 1).

Figura 1. Tipologías de modelos



**Fuente:** elaboración propia a partir de Chamizo (2010)

De acuerdo con la analogía, los modelos pueden ser mentales, materiales o matemáticos. Los modelos mentales son representaciones personales, elaboradas para explicar una situación; los modelos materiales han sido construidos para comunicarse con otros y corresponden a los modelos mentales expresados en un lenguaje específico, algunos ejemplos de estos son famosos, el modelo de doble hélice del ADN o los modelos atómicos; por su parte, los modelos matemáticos son ecuaciones que se usan para describir la porción del mundo que se está modelando, y como ejemplo de ellos, están las leyes, que son una forma de explicar en la tradición científica (ecuación de los gases ideales  $PV = n RT$ ).

Según el contexto (entorno físico o la situación determinada, ya sea política, histórica, cultural o de cualquier otra índole en la cual se considera un hecho), los modelos pueden ser científicos o didácticos. Los modelos científicos están caracterizados por ser construidos durante la investigación científica, el conocimiento producido en esta es público y está sujeto a comprobaciones por otros científicos; los modelos didácticos son cimentados en la ciencia escolar, basados en la trasposición didáctica en la que el conocimiento científico se transforma para hacerlo entendible a los estudiantes, aquí se reconocen dos modelos didácticos: a la enseñanza, contruidos por los profesores para hacer entendible un tema; y los relacionados con el aprendizaje, contruidos por los estudiantes para entender un tema o concepto. Hacer modelos no es tan sencillo como parece, es todo un proceso denominado modelaje o modelación (Chamizo, 2010) y se lleva a cabo en tres etapas:

- **Construcción del modelo mental:** este primer modelo se construye a partir de las preguntas que se tienen sobre el mundo real. Dos condiciones son importantes para dicha construcción. La primera, el conocimiento necesario para entender cómo es la porción del mundo que se va a modelar; la segunda, creatividad para crear virtualmente el modelo compatible con la porción del mundo (Chamizo, 2010).



- **Expresar el modelo mental:** como se mencionó anteriormente, los modelos materiales corresponden a los modelos mentales expresados (Chamizo, 2010), entonces, la persona que está modelando recolecta toda la información que le resulta relevante y la plasma en un modelo material o matemático.
- **Contrastación o experimentación:** en esta última fase, la persona que está modelando coloca su modelo material en una situación que le permita reconocer si su construcción es válida para dar respuesta a la situación planteada en un principio. Justi (2006) menciona que no se puede determinar el número de comprobaciones que la persona deba hacer, lo que sí es claro es que si el modelo falla, la persona debe intentar hacer modificaciones para que este responda a la situación.

## Enfoque para la enseñanza de las ciencias

Por otro lado, esta investigación se acopló al enfoque para la enseñanza de las ciencias del colegio San Bernardino, enseñanza para la comprensión (EpC). Según Perkins (1999), comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe, es decir, que la comprensión es entendida como un desempeño flexible que implica que el estudiante dé explicaciones, resuelva problemas y construya argumentos desde lo aprendido en clase. Este enfoque posee unos elementos base (tabla 1)<sup>3</sup>.

## Niveles y dimensiones de comprensión

Se refieren a la profundidad de la comprensión que puede variar en cada dimensión. Acá es necesario reconocer desempeños débiles y otros más avanzados. Se plantean cuatro dimensiones de la comprensión (tabla 2).

Para cada dimensión se plantean los siguientes niveles de profundidad:

- **Nivel ingenuo:** los estudiantes no ven la relación entre lo que aprenden en la escuela y su vida cotidiana; no comprenden el propósito y los usos de la construcción del conocimiento y realizan descripciones imaginativas que resultan ser incorrectas en el proceso (Stone, 1999).
- **Nivel novato:** consideran algunos conceptos disciplinarios y establecen conexiones simples entre ellas que pueden ser preparadas con anterioridad. Describen la naturaleza y los objetivos de la construcción del conocimiento, también las formas para comunicarlo, y algunos procedimientos mecánicos, paso a paso (Stone, 1999).
- **Nivel de aprendiz:** se basan en conocimientos y modos de pensar disciplinarios. Demuestran un uso flexible de conceptos. La construcción del conocimiento se ve como una tarea compleja que sigue procedimientos y criterios que son usados

.....  
3 Las tablas del capítulo V se pueden encontrar al final de este.

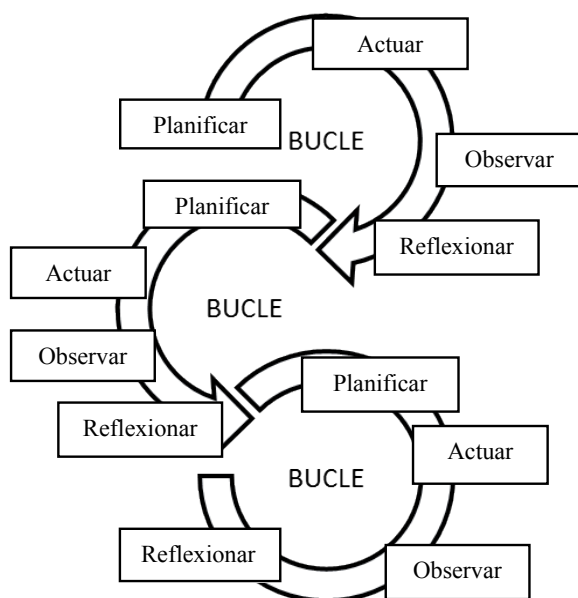
por expertos. Con apoyo, los desempeños en este nivel permiten comprender la relación entre conocimiento disciplinario y vida cotidiana, entendiendo las consecuencias de usar el conocimiento (Stone, 1999).

- **Nivel de maestría:** el conocimiento es comunicado a otros de manera creativa. Los desempeños en este nivel demuestran comprensión de los conceptos disciplinarios: los estudiantes reflejan una actitud crítica acerca de la construcción del conocimiento (Stone, 1999).

## Metodología

Esta investigación está orientada por el paradigma sociocrítico, fundamentado en la crítica social, que considera que el conocimiento se construye por intereses que parten de las necesidades de los grupos (Alvarado, 2008), específicamente en la investigación-acción, cuyo fin principal es dar respuesta a las situaciones problemáticas que tienen lugar en la escuela, por medio de la actividad autorreflexiva del docente que a su vez permitirá la mejora de su práctica educativa (Latorre, 2003). En este sentido, Grundy (1994) en Carr (1996) propone la espiral reflexiva de la investigación-acción con cuatro fases: planificar, actuar, observar y reflexionar (ver figura 2).

Figura 2. Ciclo de la investigación-acción



**Fuente:** elaboración propia a partir de Grundy (1994) en Carr (1996)

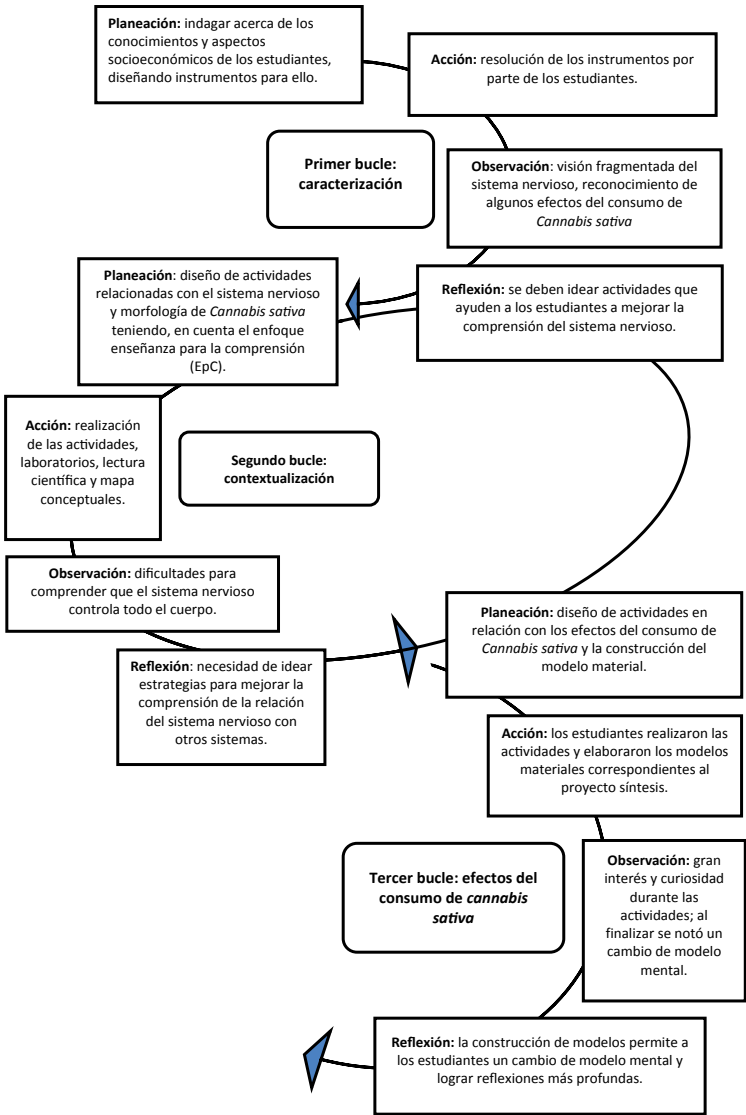
A través de estas cuatro fases, el docente investiga su práctica, permitiéndose, así, mejorarla. De igual manera, Latorre (2003) menciona que la investigación debe realizarse en las escuelas y para las escuelas, y convertirse en una herramienta para mejorar la calidad institucional. Cuando el profesor investiga en la escuela se plantea unas preguntas que problematizan su práctica, recoge datos, los analiza y de ahí surgen unas nuevas preguntas para resolver.

Esta propuesta se desarrolló en el colegio San Bernardino IED, ubicado en el suroccidente de la ciudad, localidad 7 (Bosa 9, UPZ 87. Tintal sur). El colegio tiene una sede única con grados desde preescolar hasta undécimo, así como el programa de aceleración de la educación en primaria. Se trabajó con los estudiantes de los cursos 901 y 902. Fueron en total 40 estudiantes, con edades entre los 13 y 18 años, pertenecientes a los estratos 1 y 2.

El proceso se llevó a cabo en tres bucles de investigación, en los que se observaron las cuatro fases de la siguiente manera: en la planeación se presentaron los propósitos, las preguntas-problema y el diseño de los instrumentos y actividades; en la acción se mostró la realización de las actividades por parte de los estudiantes; en la observación se evidenciaron los hallazgos en cuanto a la actitud de los estudiantes durante las actividades, también sus dificultades y alcances; y en la reflexión aparecieron los cuestionamientos del profesor que surgieron durante el proceso y los compromisos que se adquirieron para mejorar las sesiones con los estudiantes (figura 3).

En el primer bucle, denominado *Caracterización*, las preguntas problema que se formularon fueron, ¿cuáles son las representaciones iniciales de los estudiantes en torno al sistema nervioso y su funcionamiento? ¿Cuáles son las principales problemáticas que los estudiantes identifican en su territorio? ¿Qué factores hacen más propensos a los estudiantes al consumo de SPA? Dicho bucle tuvo como propósito indagar acerca de los conocimientos que traen a clase los estudiantes, reconocer las problemáticas del territorio e identificar características socioeconómicas y familiares que pueden facilitar el consumo de SPA. Para esto, se diseñaron dos instrumentos: uno de caracterización de representaciones iniciales, que constó de una serie de preguntas abiertas que indagaron sobre representaciones de los estudiantes acerca del sistema nervioso, su funcionamiento y los efectos del consumo de marihuana en el cuerpo; y otro que examinó las condiciones socioeconómicas de los estudiantes, como estrato, nivel de educación de los padres, personas con las que viven, acceso a Internet y aspectos relacionados con sus intereses y aspiraciones para el futuro.

Figura 3. Proceso de investigación-acción colegio San Bernardino



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se realizó un ejercicio de cartografía social que contó con la participación de un profesional en psicología; en este los estudiantes debían plasmar en un papel periódico las problemáticas más relevantes de su barrio y colegio. Por último, los estudiantes resolvieron un test llamado FRIDA, que indaga acerca de los factores de riesgo para el consumo de SPA.

Durante las actividades, se observó que, en relación con el sistema nervioso y los efectos del consumo de sustancias psicoactivas, los estudiantes presentaron una visión fragmentada, ya que se evidencia una desconexión entre nervios y cerebro; también, una posible confusión del sistema nervioso con el circulatorio. Algunos relacionan el sistema nervioso con otros órganos, como pulmones y corazón.

Con respecto a las problemáticas de su territorio, los estudiantes mencionaron la presencia de ollas; el río, como un foco de peligrosidad; el robo, tanto en el barrio como en el colegio y el consumo de sustancias psicoactivas dentro del colegio, como las principales problemáticas. En cuanto al instrumento socioeconómico, se observó que la mayoría de los estudiantes son de estrato dos, viven con sus padres y hermanos; la materia que más les gusta es informática, y la que menos, matemáticas.

Estas observaciones condujeron a preguntas como, ¿por qué a los estudiantes se les dificulta reconocer que ellos tienen sistema nervioso? ¿Cuáles estrategias son las más apropiadas para acercar a los estudiantes al entendimiento del sistema nervioso? ¿De qué manera se podrían vincular los intereses y habilidades de los estudiantes al trabajo realizado en clase? Y a crear un compromiso en torno a aclarar las dudas y confusiones que mostraban a partir de actividades que los llevara a relacionar adecuadamente el sistema nervioso con los demás sistemas, y a su vez, los conectara con sus intereses.

Con base en estos cuestionamientos y compromisos, para el segundo bucle, llamado *Contextualización*, se diseñaron actividades, teniendo en cuenta el enfoque para la enseñanza de las ciencias, enseñanza para la comprensión (EpC), cuyos propósitos eran acercar a los estudiantes a los conceptos principales del sistema nervioso, tales como neurona, sinapsis, neurotransmisor, sistema nervioso periférico, entre otros y lograr que comprendieran la morfología, biología, ecología, usos, historia y otros aspectos relacionados con la legalización de *Cannabis sativa*. Para este fin, los estudiantes realizaron tres actividades. La primera, *Me acerco al sistema nervioso*, correspondiente al primer acercamiento a los conceptos básicos del sistema nervioso. La segunda: *¿Y la planta?*, a través de esta se hizo un reconocimiento de las características morfológicas del *Cannabis sativa*; en la tercera, *Leo, pienso y explico*, los estudiantes realizaron una discusión sociocultural acerca del *Cannabis sativa* desde la lectura de unos artículos (estas actividades serán ampliadas en el apartado de resultados). Durante las actividades se observó que los estudiantes estuvieron muy receptivos ante las actividades propuestas, plantearon preguntas y discutieron sus puntos de vista con facilidad; también, se notó que se les dificulta mucho reconocer que el sistema nervioso controla todas las funciones de su cuerpo y evidencian creencias intuitivas con respecto a los usos de *Cannabis sativa*. Con respecto a los procesos reflexivos, los estudiantes lograron reflexionar frente al tema, haciéndose conscientes de que el consumo de marihuana y su legalización constituyen un gran problema para la sociedad y, más, para los jóvenes.

A partir de las anteriores observaciones, aparecen nuevos cuestionamientos, como ¿por qué a los estudiantes se les dificulta comprender la relación que hay entre su sistema nervioso y los demás sistemas? ¿De qué manera se puede lograr un mayor reconocimiento del cuerpo humano por parte de los estudiantes? También nuevos compromisos. Ahora había que idear una estrategia que ayudara a los estudiantes a comprender la relación existente entre el sistema nervioso y los demás sistemas del cuerpo y, del mismo modo, favoreciera el entendimiento y aprendizaje de los efectos del consumo de *Cannabis sativa*, sin dejar de lado sus intereses.

Teniendo en cuenta estas preguntas, surge el tercer bucle, denominado: *Efectos a largo plazo del consumo de Cannabis sativa*. Este bucle resultó muy interesante, puesto que se diseñaron actividades y se crearon espacios para que los estudiantes construyeran sus modelos materiales, útiles para explicar los efectos del consumo de *Cannabis sativa* y correspondientes al proyecto síntesis; además, para el desarrollo de las actividades, se tuvieron en cuenta las preguntas de los estudiantes, que se constituyeron en la guía de la clase. En cuanto a los propósitos con este bucle, se buscaba que los estudiantes comprendieran los mecanismos de acción de los cannabinoides, los efectos inmediatos y a largo plazo que se producen en todos los sistemas del cuerpo al consumir marihuana, y por qué se producen estos efectos; de igual manera, se esperaba que los jóvenes desarrollaran una actitud crítica y reflexiva en torno al consumo de sustancias psicoactivas. Los estudiantes participaron en seis actividades (que se ampliarán en el apartado de resultados) en las que se estudiaban los diferentes sistemas y los efectos del consumo de marihuana en ellos:

1. Hablemos de la marihuana en mi cuerpo.
2. ¿Qué sucede con nuestro sistema cardiovascular y respiratorio?
3. Un *brownie* de marihuana.
4. ¿Y la memoria?
5. Efectos en la reproducción.
6. ¿Qué aprendí y para qué me sirve?

Durante estas, los estudiantes se mostraron interesados en construir modelos del cuerpo humano representando el efecto del consumo de *Cannabis sativa*. También demostraron curiosidad por saber más de lo que se explicó en clase.

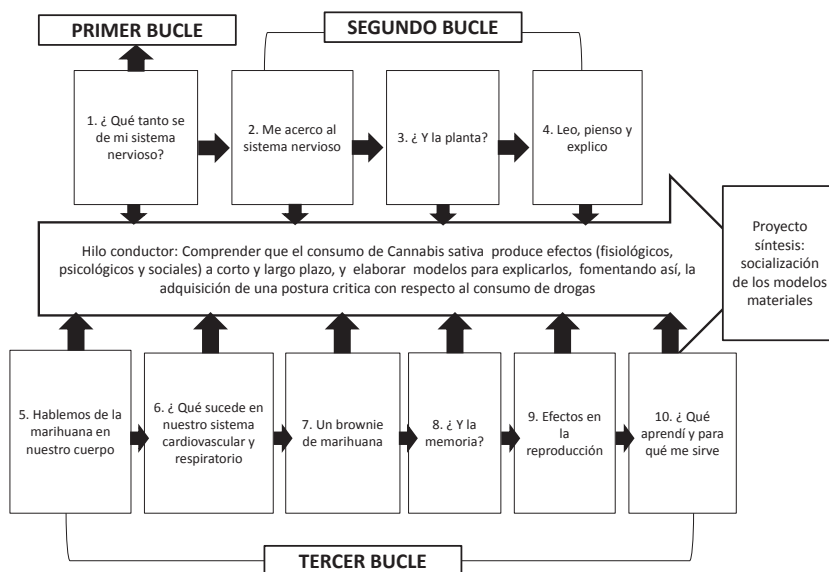
Al terminar el proceso, se percibió un cambio en las representaciones del sistema nervioso que hicieron los estudiantes, pues todos reconocieron la médula espinal, el encéfalo y los nervios como parte del sistema; asimismo, se evidenció un gran interés por convertirse en multiplicadores del conocimiento y compartir lo aprendido con los demás niños del colegio.

## Resultados y análisis

Enseguida se presentan los hallazgos encontrados tras el proceso investigativo. En primer lugar, se mostrará la unidad didáctica, como producto del segundo y del tercer bucle; seguido de esto, los alcances conseguidos por los estudiantes de los niveles de comprensión del sistema nervioso y los efectos del consumo de *Cannabis sativa* tras la implementación de la propuesta; por último, la reflexión sobre la práctica.

*Propuesta didáctica.* Con el proceso se logró la consolidación de la unidad didáctica llamada *Deshojando el Cannabis*. En esta, las actividades se agruparon en tres bucles con el fin de alimentar el hilo conductor, como se observa en la siguiente hoja de ruta que funciona como guía para el profesor (figura 4).

Figura 4. Hoja de ruta para la propuesta didáctica



**Fuente:** elaboración propia a partir de Gómez y Contreras (2015)

*¿Cuáles actividades se propusieron?* Se diseñaron actividades que permitieron a los estudiantes, por medio de la construcción de modelos, comprender los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el cuerpo humano (tabla 3).

Las actividades fueron diseñadas entendiendo los planteamientos de Tamayo (2001), quien propone cuatro dimensiones relacionadas con la evolución conceptual y la evolución de modelo mental (motivacional, cognitiva, metacognitiva y lingüística). Diseñar las actividades teniendo en cuenta estas dimensiones, garantizó que los estudiantes obtuvieran un aprendizaje más significativo; sin embargo, al revisar a profundidad las dimensiones de la comprensión, se notó que

las dimensiones planteadas por Tamayo (2001, 2003) se pueden incluir dentro estas, por las siguientes razones:

- La dimensión cognitiva se relaciona con la de contenido y la de métodos, porque resalta la importancia de profundizar en el conocimiento; entre tanto, la evolución de las concepciones sirve para dar un significado a lo aprendido con la vida y las diferentes herramientas que usan los estudiantes para construir dicho conocimiento.
- La dimensión motivacional y metacognitiva se relacionan con la de propósitos, puesto que tienen en cuenta los intereses de los estudiantes para la realización de las clases y se le da relevancia a la reflexión sobre lo que se aprende en clase, de manera que se construya un pensamiento crítico y reflexivo útil para la resolución de problemas.
- Por último, la dimensión lingüística se ve claramente relacionada con la de formas de comunicación, pues rescata la importancia de comunicar lo que se aprende en clase permitiendo poner a prueba las ideas y favoreciendo la construcción de conceptos científicos.

Entendiendo lo anterior, en la tabla 3 se presentan las actividades realizadas en la institución educativa. En la primera columna se encuentra el bucle al que pertenece. La segunda corresponde al nombre de la actividad. La tercera, a la descripción general de la actividad y, en la última aparece la dimensión para la comprensión con la que está estrechamente relacionada.

### ¿Qué ocurrió con los estudiantes luego del proceso?

Durante el proceso de investigación, también se logró un resultado importante: consolidar una matriz de niveles y dimensiones de comprensión útil para evaluar los alcances de los estudiantes en relación con el sistema nervioso y los efectos de consumo de *Cannabis sativa* (tabla 4).

A partir de los criterios encontrados en la anterior matriz, de la observación atenta del desarrollo de las clases y del análisis de los instrumentos de recolección de información, los estudiantes fueron organizados dependiendo del nivel alcanzado en cada dimensión, como se observa en la tabla 5.

Como se puede notar en la dimensión de contenidos, el 47,5 % de los estudiantes alcanzó un nivel de aprendiz, lo que quiere decir que se basan en conocimientos y modos de pensar disciplinarios, usan de manera flexible el conocimiento, consideran la construcción como un proceso complejo, relacionan el conocimiento aprendido en clase con su vida cotidiana, tal y como lo menciona Stone (1999).

Con respecto al sistema nervioso y la comprensión de los efectos del consumo de marihuana, son estudiantes que reconocieron partes y funciones; asimismo, relacionaron el sistema nervioso con otros sistemas, también identificaron características de



la planta, tales como la ecología, biología, morfología, los componentes químicos y efectos, pero tuvieron dificultades para comprender temas, como las funciones de los cannabinoides diferentes al THC y los mecanismos de absorción, metabolismo y eliminación de dichos compuestos; por ejemplo, al preguntárseles por la ruta fisiológica del THC, algunos respondieron, reconociendo la ruta de entrada y desconociendo los procesos de eliminación, lo siguiente:

- «Entra por la boca, pasa por la tráquea, bronquiolos, alveolos, corazón, sangre, cerebro».
- «Boca, faringe, bronquios, bronquiolos (intercambio gaseoso) y todo el cuerpo».

Otros estudiantes sí reconocieron las rutas de entrada de los cannabinoides, por lo menos, uno de sus mecanismos de eliminación y el mecanismo de acción de activación de los receptores cannabinoides CB<sub>1</sub> y CB<sub>2</sub> (Quiroga, 2000):

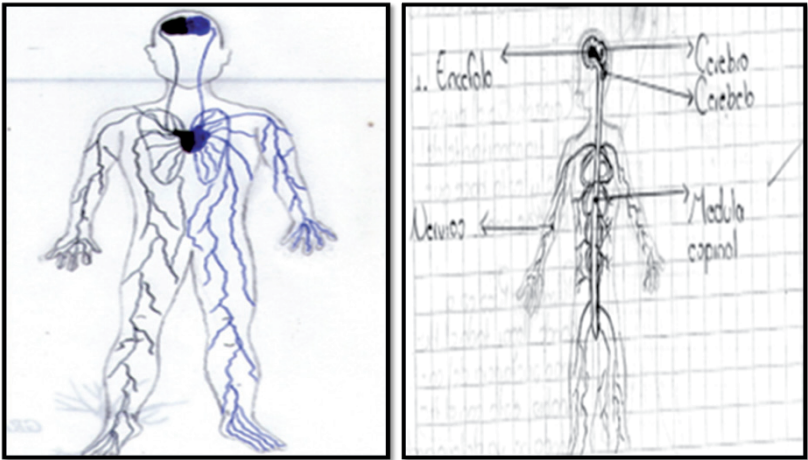
- «Fosas nasales, boca, tráquea, interior de los pulmones, alveolos (intercambio gaseoso), corazón y se expulsa THC por los riñones».
- «Boca, esófago, estómago, intestino delgado, sangre, intestino grueso y se expulsa por el sistema excretor».
- «Boca, tráquea, pulmones, bronquios, bronquiolos, alveolos, sangre, receptores CB<sub>1</sub> (sistema de recompensa cerebral)».

Tal como lo menciona Quiroga (2000), la eliminación del THC se produce, principalmente, mediante sus metabolitos en heces (un 68%) o en orina (12%), aunque también se hace a través del pelo, la saliva y el sudor. La mayor parte del metabolismo ocurre en el hígado; no obstante, también puede darse en órganos como el pulmón y el intestino.

Del mismo modo, se observa que ningún estudiante se ubicó en el nivel ingenuo, ya que todos lograron una comprensión de la estructura del sistema nervioso, como lo evidencian las figuras 5 y 6.

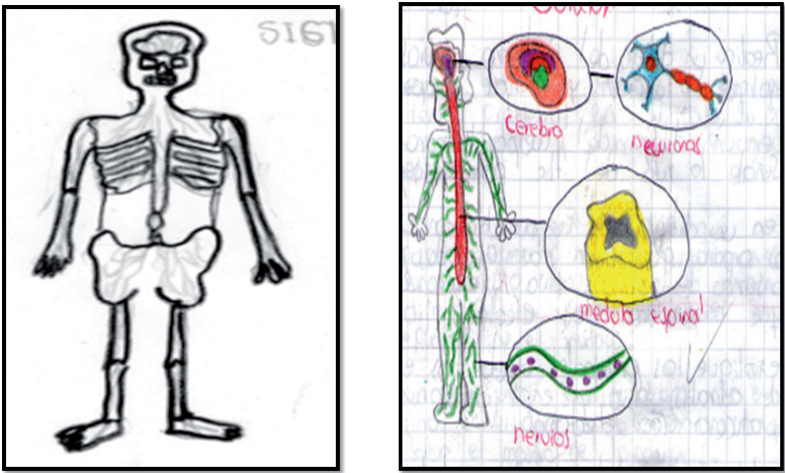
En el instrumento de representaciones iniciales, el estudiante dibujó el sistema nervioso como una serie de nervios que parten del corazón, se dispersan por el resto del cuerpo, incluyendo el cerebro. No se evidenció la presencia de una médula espinal, ni de estructuras en el encéfalo. Por otro lado, en el dibujo realizado al finalizar el proceso, se observó claramente la presencia de encéfalo, cerebelo y una médula espinal de la cual parten los nervios que se distribuyen por el cuerpo, modelo mental que concuerda con lo mencionado por Almagiá (2012), en relación con la clasificación general del sistema nervioso: el sistema nervioso central conformado por encéfalo y médula espinal y el sistema nervioso periférico conformado por los nervios. Al reconocer la estructura básica del sistema nervioso, se puede afirmar que ha pasado de un modelo animista, donde el corazón es el centro de la función mental, a uno anatómico.

Figura 5. Representaciones sobre el sistema nervioso del estudiante 1 al inicio y final del proceso



**Fuente:** estudiante de 13 años de edad del curso 901

Figura 5. Representaciones sobre el sistema nervioso del estudiante 2, al inicio y final del proceso



**Fuente:** estudiante del curso 901, de 13 años de edad

En la figura 5 se observa que, al comenzar el proceso, el estudiante presentaba una posible confusión entre el sistema nervioso y el sistema óseo; al realizar el cuestionario postproceso, se encontró que el estudiante plasmó en su dibujo un cerebro, con la presencia de algunas estructuras relacionadas con el sistema de recompensa cerebral (estudiado durante las clases) y señaló la presencia de neuronas, unidad fundamental del sistema nervioso (Bustamante, 2007); además, resaltó la médula espinal, dibujando la sustancia gris y la sustancia blanca, también dibujó los nervios que se desprenden de esta, en los cuales intenta mostrar el viaje que hacen los impulsos nerviosos.

En este caso se puede decir que el estudiante evidenció un modelo explicativo fisiológico o funcional, ya que en su dibujo, además de plasmar estructuras básicas del sistema nervioso, reconoció que en el sistema nervioso se transmite información por los nervios; además, cuando se le preguntó, ¿cuál es la función del sistema nervioso?, el educando mencionó: «Transmitir los impulsos del exterior hacia el interior y viceversa y controlar el cuerpo», lo que demuestra que comprendió las tres funciones básicas del sistema nervioso: sensitiva, integradora y motora.

La estructura cognitiva de los estudiantes está conformada por unos elementos superficiales y otros profundos. Se puede afirmar que los estudiantes lograron un cambio mental o cambio conceptual, ya que emplearon un enfoque profundo, pues Chin y Brown (2000) en Tamayo (2001), mencionan que, cuando los estudiantes emplean este enfoque, son capaces de producir ideas más espontáneamente, dar explicaciones más elaboradas, describiendo mecanismos y relaciones de causa y efecto, y hacer más preguntas orientadas a encontrar explicaciones, predicciones y causas.

En relación con los efectos del consumo de *Cannabis sativa*, al iniciar el proceso, los estudiantes se limitaban a escribir una lista de posibles efectos:

- «Los órganos del cuerpo se van dañando».
- «Los pulmones se desgastan».
- «En el cerebro se queman las neuronas».
- «Se vuelve adicto a la sustancia».

Al finalizar la unidad, los estudiantes fueron capaces de explicar por qué se producen dichos efectos:

- «Las pérdidas en el cerebro son muy grandes, ya que la capacidad neuronal disminuye, ya no pueden hacer laberintos, su masa cerebral disminuye y el encefalo nunca se rehabilitará».
- «Cambio bruscamente de las hormonas porque el cerebro es el principal afectado en el consumo de cannabis y los receptores ubicados en el afectan el hipotálamo principal regulador de las hormonas».
- «En el sistema reproductor, problemas principalmente en la mujer, como lo que tiene que ver con el embarazo, ya que el feto, a través de la placenta, recibe una parte del THC».

Estos alcances han hecho, como mencionan Niedderer y Schecker (1992) en Tamayo (2001), que el modelo mental evolucione o que se genere un cambio conceptual. Sin duda, se dio un cambio en los elementos estables del sistema cognitivo de los estudiantes, representado en las concepciones, intereses, modelos de pensamiento y elementos del lenguaje.

Al observar la dimensión de métodos, se demostró que la mayoría de los estudiantes (65 %) alcanzó un nivel de aprendiz, lo que quiere decir, según Stone (1999), que están en capacidad de dudar acerca de lo que leen y oyen, y de valorar los métodos usados en clase como importantes, para construir conocimiento y ver la necesidad de convalidarlo.

Si se notan los alcances relacionados con la unidad, los chicos comprendieron la importancia de organizar los datos obtenidos en el laboratorio y de compararlos con los encontrados en otras fuentes, de leer artículos científicos para fortalecer su punto de vista y formular preguntas. Las siguientes son algunas de las preguntas que enunciaron:

- ¿Para qué legalizar la marihuana, si con el alcohol y los cigarrillos es suficiente?
- ¿Qué pasa si se fuma cigarrillo y marihuana al tiempo?
- Si se legalizara la marihuana, ¿qué consecuencias traería para la juventud?
- ¿Por qué se consume marihuana si hay drogas más fuertes?

En la dimensión de propósitos, el 47,5 % de los estudiantes se ubicó en el nivel más alto (maestría); lo que quiere decir que en esta dimensión, el estudiante es capaz de desarrollar una posición crítica de un tema, y evidenciar sus intereses y motivaciones (Agustí, 2002). En cuanto al consumo de *Cannabis sativa*, los estudiantes adquirieron una postura crítica y reflexiva, pues entendieron las consecuencias del consumo de dicha sustancia y comprendieron la importancia del cuidado de su cuerpo.

Estas comprensiones han sido evidenciadas en la actividad metacognitiva, cuyo objeto es que los educandos reflexionen sobre lo que aprenden en el aula de clase, permitiéndoles, así, adquirir unos conocimientos más significativos para su vida (Tamayo, 2001).

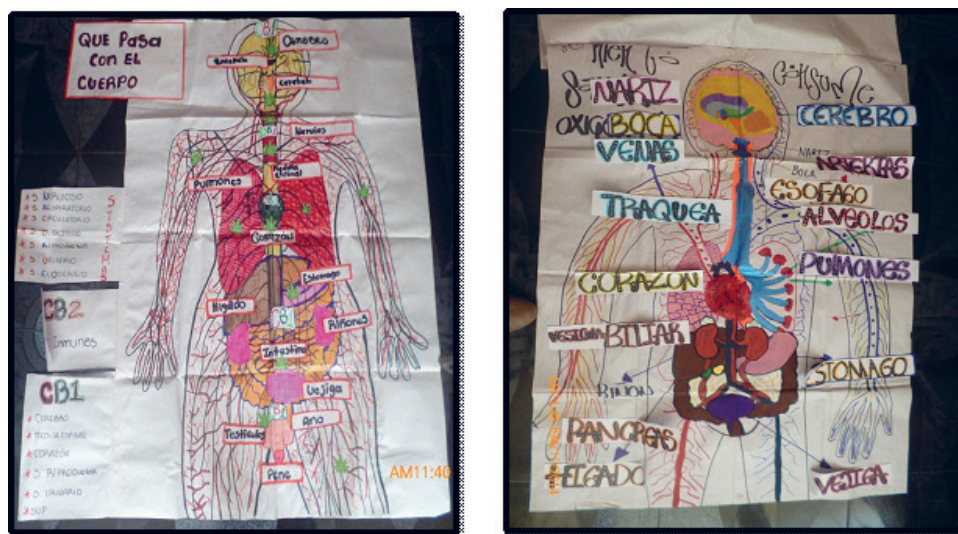
Como la toma de decisiones no se pudo evidenciar a corto plazo, se consideraron las reflexiones de los estudiantes, en relación con su cuerpo y su cuidado, como punto de partida para que estas decisiones sean asertivas más adelante; razón por la que se mencionarán algunas de ellas:

- Estudiante 1: «Cada uno de los órganos y sistemas de mi cuerpo son importantes y están enlazados entre sí, debo cuidar de cada uno al igual que al otro, es muy fácil dañarme a mí y a mi cuerpo, y es mi decisión qué quiero hacer con él y cómo quiero que se encuentre. Me sirve para cuidar mejor mi cuerpo y enseñarle a otros el daño tan grande que se está haciendo al consumir marihuana».
- Estudiante 2: «Aprendí todo sobre el *Cannabis sativa*, sus usos, consecuencias. Qué me causa consumirla, sus componentes; y esto me sirve mucho en mi vida personal, además que lo que aprendí lo puedo divulgar y enseñar a los demás».
- Estudiante 3: «Yo aprendí que mi cuerpo más que piel y huesos, es mucho más».

- Estudiante 4: «Aprendí que mi cuerpo es valioso y maravilloso y no debo dañarlo».

En relación con la dimensión de formas de comunicación, se observó que, el 50 % de los estudiantes alcanzó un nivel de maestría, ya que, al finalizar el proceso, fueron capaces de comunicar a sus compañeros los efectos del consumo de *Cannabis sativa* con ayuda de los modelos materiales construidos durante la clase.

Figura 6. Modelos materiales elaborados por estudiantes



Fuente: estudiantes de los cursos 901 y 902

Los modelos materiales construidos les permitieron a los estudiantes, elaborar y re-elaborar sus modelos mentales, para, al final, obtener un modelo mental que les ayudara a responder el problema de los efectos del consumo de *Cannabis sativa*. Es por esto que a partir de la correspondiente exposición de la socialización de los modelos, y teniendo en cuenta las respuestas de los estudiantes en el examen final, se han podido reconstruir los siguientes modelos mentales expresados por ellos:

- Estudiante 1: «El THC entra por la boca, baja por la tráquea, llega a los pulmones, ocurre el intercambio gaseoso y el THC pasa a la sangre; el corazón la bombea por todo el cuerpo, llega al cerebro, activa el sistema de recompensa cerebral causando la adicción. Cuando se activan los receptores CB<sub>1</sub> del hipocampo, pierde la capacidad de aprender. La amígdala causa agresividad. El THC se une a los receptores del cerebelo y se dan problemas motores, se afecta el hipotálamo, la glándula madre de la hipófisis y, por eso, se liberan mal las hormonas, los espermatozoides de los hombres salen deformes y no son funcionales; los óvulos de las mujeres disminuyen, el corazón también se acelera por efecto endocrino, pues se libera adrenalina».



También los estudiantes decidieron convertirse en multiplicadores del conocimiento y llevar lo aprendido en el salón de clase a otros espacios, con el fin de conseguir que todos conocieran los efectos de consumir *Cannabis sativa*. Al tomar esta decisión, debían considerar la población con la que trabajarían en la Semana de la Ciencia: estudiantes desde grado cero hasta grado once; por lo que aparte de los modelos materiales, debían idear otras actividades para hacer entendible la información a todos.

Fotografía 1. Socialización de lo enseñado a otros estudiantes



Fuente: elaboración propia

Fotografía 2. Etapa final de reflexión sobre la práctica



Fuente: elaboración propia

## Reflexión sobre la práctica

Durante el proceso de investigación-acción se logró reflexionar en algunos aspectos importantes. El primero de ellos está relacionado con que en el aula de clase se debe propiciar la construcción de relaciones de poder horizontales, como uno de los principios para la educación, para la convivencia y la ciudadanía, ya que generalmente el profesor es un ente que dirige la clase y sabe todo respecto a un tema; la idea sería que los docentes se convirtieran en un guía durante la construcción de conocimiento, permitiendo que los estudiantes fueran protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje, y reconociendo que estos tienen capacidades y conocimientos que pueden ser valiosos.

En segundo lugar, vincular los intereses de los estudiantes a la clase de ciencias, como ocurrió durante la propuesta didáctica, y permitir que aquellos que querían saber más, dirigieran la clase, fueron actividades que los convirtió en sujetos activos en la construcción de conocimientos y los impulsó a buscar respuestas más allá de lo que aprenden en clase; esto, contribuyó a que obtuvieran un aprendizaje más significativo, ya que, como lo mencionan Biggs (1987) y Marton (1983) en Tamayo (2001), el estudiante se interesa por el contenido de la tarea, la personaliza, le da significado y la relaciona con sus ideas y experiencias previas.

Otro aspecto importante, es que el docente debe aprovechar todas aquellas herramientas que encuentra en el contexto en el que trabaja y escudriñar un poco en el contexto de los estudiantes, del barrio y del colegio; por ejemplo, este trabajo se adelantó en un contexto semirrural y en una localidad con problemas de microtráfico y consumo de SPA, por lo que se aprovechó para convertir las clases en espacios agradables de discusión y de construcción conjunta de conocimiento.

## Conclusiones

La construcción de relaciones de poder horizontales, el reconocimiento de los intereses de los estudiantes, el reconocimiento del contexto, de las realidades de la escuela y de los estudiantes, fueron elementos que se constituyeron como una estrategia importante para permitir la construcción de conocimientos en conjunto, que apuntara al desarrollo de la actitud crítica y reflexiva.

En la dimensión de contenidos, el 47,5 % de los estudiantes alcanzó un nivel de aprendiz, ya que comprendieron la mayoría de la temáticas tratadas en clase, y esto se evidenció cuando explicaron con claridad el porqué de los efectos del consumo de *Cannabis sativa*; sin embargo, aunque desconocen los mecanismos de eliminación de los cannabinoides, ninguno de los estudiantes quedó en el nivel de ingenuo, pues todos lograron comprender la estructura del sistema nervioso (sistema nervioso central y periférico) y su funcionamiento (sensitiva, motora e integradora).

En la dimensión de métodos, el 65 % de los estudiantes alcanzó el nivel de aprendiz, ya que comprendieron la importancia de formular preguntas y buscar respuestas en diferentes fuentes, de organizar los datos hallados en el laboratorio en tablas, sin embargo, se les dificultó el análisis y la elaboración de conclusiones.

En la dimensión de propósitos, el 47,5 % de los estudiantes alcanzó el nivel de maestría, dado que pudieron reflexionar sobre el cuerpo y su cuidado, factor que más adelante se constituyó como punto de partida para la toma de decisiones.

En la dimensión de formas de comunicación, el 50 % de los estudiantes alcanzó el nivel maestría, pues construyeron modelos materiales para comunicar a sus compañeros los efectos del consumo de *Cannabis sativa*; además, propusieron estrategias que les ayudaron a explicar dichos efectos a estudiantes de transición hasta grado once.

Por último, es preciso mencionar que la construcción de modelos del cuerpo humano, representando los efectos de consumir *Cannabis sativa*, resultó ser una estrategia importante que les permitió reelaborar sus modelos mentales sobre el sistema nervioso, los efectos de consumir dicha sustancia y acerca de su cuerpo, debido a que posibilitó el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva de la problemática del consumo de sustancias psicoactivas.

## Referencias bibliográficas

- Ale, S., Aragón, M., Jaimes, E. y Rodríguez, C. (2007). *Estrategias didácticas y niveles de comprensión: vínculo "in-separable"*. Primeras Jornadas Latinoamericanas de Lectura y Escritura Cátedra Unesco Tucumán 2007. Tucumán: Unesco.
- Almagiá, A.A. (2012). *Principios de neuroanatomía*. Valparaíso: Editorial Universidad de Valparaíso, Chile.
- Alvarado, L. y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(2), 187-201.
- Bustamante, E. (2007). *El sistema nervioso: desde las neuronas hasta el cerebro humano*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la biología: ¿cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Alambique*, (41), 27-41.
- Carr, W. (1996). Una teoría para la educación. Hacia una investigación educativa crítica. Madrid: Fundación Paideia/Ediciones Morata, S.L.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka*, 7(1), 26-41.



- Comisión Nacional de Investigación en Drogas, Observatorio Colombiano sobre el Consumo de Sustancias Psicoactivas (ODC). (2001). Encuesta nacional sobre el consumo de sustancias psicoactivas en jóvenes de 10 a 24 años.
- Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Por la cual se expide la Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994].
- Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE), Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNDOC), Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CIDAC), Organización de los Estados Americanos (OEA) y Secretaría de Salud (2009). *Estudio de consumo de sustancias psicoactivas en Bogotá D.C. 2009. Informe Final*. Bogotá D.C.: Scripto Ltda.
- Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE), Unión Europea y Drosican (2009). Estudio epidemiológico andino sobre consumo de drogas sintéticas en la población universitaria, informe de Colombia.
- Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE), Ministerio de la Protección Social (MPS), Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) y Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD) de la OEA (2008). Estudio nacional de consumo de sustancias psicoactivas en Colombia.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Revista enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.
- Latorre. A. (2003). *Investigación-acción, conocer y cambiar la práctica educativa*, Barcelona: Editorial Grao.
- Leza, J. C. (2000) Efectos farmacológicos de los cannabinoides. *Monografía Cannabis sativa*, 12(2), 109-116.
- Ministerio de Educación Nacional (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Moreno, C., Castelblanco, I., Peña, K., Sandoval, M., Zamudio, J. y Prieto, A. (2016). *Efectos del consumo del THC (Delta-9-tetrahidrocannabinol) en el sistema nervioso, circulatorio, respiratorio, endocrino e influencia en la capacidad cognitiva, de consumidores universitarios habituales*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Perkins, D. (1999). Capítulo 2. ¿Qué es la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 69-92). Argentina: Paidós.
- Pogré, P. (2004). *¿Cómo enseñar para que los chicos comprendan?* Buenos Aires: Papers Editores.

- Quiroga, (2000). Cannabis, efectos nocivos sobre la salud física. *Monografía Cannabis sativa*, 12(2), 135-148.
- Salazar, L. (2013). *Enseñanza aprendizaje del concepto de sistema nervioso en estudiantes de básica secundaria*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.
- Scoppetta, O. (2010). *Consumo de drogas en Colombia: Características y tendencias*. Dirección Nacional de Estupefacientes. Bogota D.C.: Guadalupe S.A.
- Secretaría Distrital de Salud, Secretaría Distrital de Integración Social, Secretaría Distrital de Gobierno y Secretaría Distrital de Educación (2011). *Política pública para la atención y prevención del consumo y la vinculación a la oferta de sustancias psicoactivas en Bogotá D.C.*
- Serrano, T. (1993). *Desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años. Modelos mentales*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España.
- Stone, M. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la teoría y la práctica* (pp. 95-126). Argentina: Paidós.
- Tamayo, O. E. (2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional, aplicación al concepto de respiración*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Torres, A. (2013). *Propuesta metodológica para la enseñanza del sistema nervioso en el grado octavo de la institución educativa Francisco Miranda*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Tabla 1. Elementos del marco conceptual EpC

Tópicos generativos	Metas de comprensión	Desempeños de comprensión	Evaluación continua
Relacionados con la selección de contenidos que deben ser enseñados. Pogré (2004) indica que deben ser centrales para la disciplina, interesantes para los estudiantes y el profesor, y ricos en conexiones.	Hacen referencia a lo que se espera que los estudiantes comprendan. Algunas se definen a largo plazo y corresponden a las que los estudiantes y profesores llegarán al finalizar un año o un semestre. Son denominadas hilos conductores (Stone, 1999).	Son actividades que requieren que los estudiantes usen el conocimiento en nuevas formas y situaciones. En estas actividades los alumnos aplican lo que han aprendido (Pogré, 2004).	Es el proceso de brindar sistemáticamente a los alumnos una respuesta clara sobre su trabajo, contribuyendo a mejorar sus desempeños de comprensión (Pogré, 2004).

**Fuente:** elaboración propia a partir de Pogré (2004) y Stone (1999)

Tabla 2. Dimensiones de la comprensión

Dimensiones de la comprensión			
Conocimientos	Propósitos	Métodos	Formas
<p>Evalúa el nivel hasta el que los estudiantes han trascendido las perspectivas intuitivas o no escolarizadas, y el grado hasta el que pueden moverse con flexibilidad entre ejemplos y generalizaciones.</p> <p>Esto implica refinar, transformar o reemplazar estas intuiciones iniciales para comprender en profundidad el mundo que los rodea.</p> <p><i>Criterios que la definen:</i></p> <p><b>Creencias intuitivas</b> transformadas por los nuevos conocimientos.</p>	<p>Evalúa la capacidad para reconocer los propósitos e intereses que orientan la construcción de conocimientos, su capacidad para usar su conocimiento en múltiples situaciones y las consecuencias. Así, la comprensión se convierte en un permiso para la acción.</p> <p><i>Criterios que la definen:</i></p> <p>Conciencia de los objetivos de conocimiento.</p> <p>Conciencia de las consecuencias de usar el conocimiento.</p> <p>Buen manejo y autonomía para usar lo que saben.</p>	<p>Evalúa la capacidad de los estudiantes para mantener un sano escepticismo acerca de lo que conocen o lo que se les dice, así como su uso de métodos confiables para construir y validar afirmaciones y trabajos verdaderos, moralmente aceptables o valiosos desde el punto de vista estético.</p> <p><i>Criterios que la definen:</i></p> <p>Sano escepticismo hacia sus creencias y el conocimiento de distintas fuentes.</p> <p>Construcción de conocimiento, utilizando estrategias, métodos, etc., usados por los profesionales.</p> <p>Fuentes para validar el conocimiento.</p>	<p>Presta atención a las formas en la que dicha comprensión se realiza: el proceso por el cual es comunicado a otros. Evalúa el uso de sistemas de símbolos (verbales, visuales, matemáticos y kinestésicos corporales) para expresar lo que saben.</p> <p><i>Criterios que la definen:</i></p> <p>Despliegue de dominio de los géneros de realización o de desempeños (escribir informes, hacer presentaciones).</p> <p>Uso efectivo de los sistemas de símbolos para representar el conocimiento creativamente.</p> <p>Consideración de la audiencia y del contexto de comunicación.</p>

**Fuente:** Ale, Aragón, Jaimes y Rodríguez (2007)

Tabla 3. Descripción de las actividades de la propuesta didáctica

Bloque	Actividad	Descripción	Dimensión de la comprensión
1. Caracterización	¿Qué tanto sé de mi sistema nervioso?	El objetivo de esta actividad fue indagar los modelos mentales iniciales de los estudiantes con respecto a la estructura y funcionamiento del sistema nervioso y los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el cuerpo humano. Para tal fin, debieron responder dos preguntas a partir de un dibujo del sistema nervioso, en el que, además, si conocían algunas partes, debían señalarlas. Las preguntas fueron, ¿qué sustancias psicoactivas conoces? ¿Qué crees que sucede con tu cuerpo (órganos y sistemas) cuando se consumen sustancias como la marihuana?	Contenidos y formas de comunicación
2. Contextualización sistema nervioso y <i>Cannabis sativa</i>	¿Me acerco al sistema nervioso?	<p>Con esto, los estudiantes comprendieron las generalidades del sistema nervioso. La actividad consistió en que observaran un video del tema, extrajeran las ideas principales y, a partir de eso, respondieran, explicando y dibujando, las siguientes preguntas: ¿qué sucede cuando un niño se quema un dedo con una vela? ¿Qué sucede cuando un niño tiene mucho calor? Del mismo modo, debieron ayudar a Francisco con una situación problema que se les presentó.</p> <p><b>Ayuda a Francisco</b> Te presento a Francisco. Es un chico de 15 años al que le gusta jugar fútbol y comer papas fritas. Hoy, luego de un partido de micro, un amigo le ofreció fumar marihuana. Y él aceptó. A los pocos minutos, aunque se empezó a sentir muy relajado, su corazón se aceleró, se le pusieron los ojos rojos, le dio mucha hambre y sintió mucho frío. Estaba asustado, pues no sabía qué ocurría con su cuerpo. Necesita que lo ayudes. ¿Puedes explicarle a Francisco que le pasó a su cuerpo para que se sintiera de esa manera?</p>	Contenidos y formas de comunicación

Continúa

Bloque	Actividad	Descripción	Dimensión de la comprensión
3. ¿Qué pasa en mi cuerpo? Efectos inmediatos del consumo de <i>Cannabis sativa</i>	¿Y la planta?	El objetivo de esta actividad fue reconocer las características morfológicas y ecológicas de la planta de marihuana, por lo que los estudiantes compararon tres plantas (hierbabuena, eucalipto y <i>Cannabis sativa</i> ), encontraron diferencias y similitudes por medio de la observación directa de las plantas; y, finalmente, analizaron y determinaron ¿qué hace especial la planta de marihuana?	Contenidos
	Leo, pienso y explico	Esta actividad tuvo como fin conocer los diferentes puntos de vista de la historia, bondades, usos y legalización de la marihuana, por lo que los estudiantes, en grupos de trabajo, leyeron artículos relacionados con estos temas (cada grupo, un artículo distinto). Extrajeron los argumentos del autor, plantearon su propio punto de vista sobre lo leído y formularon preguntas generadoras de discusión, para llevarlas a un gran debate con sus compañeros.	Contenidos y formas de comunicación
	Ha Hablemos de la marihuana en nuestro cuerpo	A partir de esta actividad, los estudiantes empezaron a construir su modelo material de los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el cuerpo humano. El docente les explicó la ruta fisiológica del cannabis cuando es inhalado. Luego, en un pliego de papel, dibujaron una silueta del cuerpo humano. Le dieron un título a su modelo y dibujaron el sistema nervioso, entendiendo que este es el principal regulador de las funciones vitales.	Contenidos y propósitos
	¿Qué sucede con nuestros sistemas cardiovascular y respiratorio?	Fue una actividad que permitió reconocer los efectos inmediatos que se producen en el sistema cardiovascular y respiratorio cuando se ha consumido marihuana. Una práctica de laboratorio en la que los estudiantes miden su frecuencia cardíaca (FC) y su capacidad pulmonar (CP), en reposo y luego de realizar actividad física, con la ayuda de un espirómetro desechable. Los datos obtenidos se compararon con los de un consumidor de <i>Cannabis sativa</i> antes y durante el consumo, para, así, analizar qué sucede con estos dos sistemas mientras se consume esta sustancia. En ese momento, comprendiendo los efectos en estos sistemas, se plasmó en la silueta del cuerpo humano.	Contenidos, propósitos y métodos

Continúa

Bloque	Actividad	Descripción	Dimensión de la comprensión
		<p>El objetivo de la actividad fue reconocer la función del sistema digestivo y el sistema excretor en el metabolismo de los cannabinoides, para lo cual, luego de la explicación del maestro, los estudiantes ayudaron a Francisco nuevamente a solucionar su problema. Después, plasmaron estos dos sistemas en su silueta del cuerpo humano.</p> <p><b>Ayuda a Francisco</b></p> <p>Francisco ha querido probar «cosas nuevas», y un compañero le ofreció probar un <i>brownie</i> de marihuana. Su amigo le dice que es bueno, le asegura que no pasará nada, pero Francisco tiene algunas dudas, no sabe si es mejor fumarse un cigarrillo de marihuana o intentar comiendo el <i>brownie</i>. Ayúdalo a resolver las siguientes preguntas que rondan en su cabeza:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Si me como el <i>brownie</i> de marihuana que me ofreció mi amigo, ¿sentiré los efectos más rápido que cuando me fumo un cigarrillo?</li><li>• ¿El <i>brownie</i> tiene chocolate? ¿Crees tú que el chocolate causará un efecto mayor cuando me coma el <i>brownie</i>?</li><li>• La profesora nos contó que el componente activo es el THC, ¿si introduzco a mi cuerpo THC eliminaré THC en la orina? ¿Un examen de orina podría evidenciarlo?</li></ul>	Contenidos y propósitos

Continúa

Bloque	Actividad	Descripción	Dimensión de la comprensión
	<b>¿Y la memoria?</b>	Esta actividad tuvo como fin conocer los efectos que produce el consumo de <i>Cannabis sativa</i> en las funciones cognitivas, tales como el aprendizaje y la memoria; por lo que los estudiantes desarrollaron pruebas de unos test neuropsicológicos, con los que se ha evaluado la disminución en las funciones cognitivas de consumidores de marihuana en diferentes estudios. Con esto, pusieron a prueba su memoria, su capacidad para seguir reglas (laberintos) y la capacidad de inhibición (capacidad de discriminar o privilegiar unos estímulos en lugar de otros). Los resultados de estas pruebas se compararon con las de un consumidor, para su respectivo análisis. Entendido el tema, los estudiantes plasmaron en su modelo los efectos en la cognición.	Contenidos, propósitos y métodos
	<b>Efectos en la reproducción</b>	Esta actividad permitió reconocer los efectos, a largo plazo, en el sistema reproductor. Los estudiantes debieron averiguar sobre el sistema reproductor y el sistema endocrino, y los efectos que el consumo de marihuana produce en ellos. Para tal fin, en grupos de trabajo plantearon cinco preguntas relacionadas con el tema, que fueron discutidas en clase con el profesor. Luego de esto, los estudiantes adicionaron a su modelo los sistemas faltantes y señalaron la ubicación de los receptores CB <sub>1</sub> y CB <sub>2</sub> .	Contenidos, propósitos
	<b>¿Que aprendí y para qué me sirve?</b>	Esta actividad buscó indagar sobre los momentos reflexivos a los que pueden llegar los estudiantes tras el proceso adelantado. Los estudiantes respondieron dos preguntas, que luego fueron socializadas ante los compañeros de clase y el profesor: ¿qué aprendí en la clase de ciencias? y ¿para qué me sirve lo que aprendí en la clase de ciencias? Al finalizar el proceso, socializaron el modelo material construido durante las clases y verificaron si era un modelo válido para responder sus preguntas.	Propósitos, formas de comunicación

Continúa



Bloque	Actividad	Descripción	Dimensión de la comprensión
Socialización del proyecto síntesis		En esta actividad, los estudiantes presentaron los modelos materiales del cuerpo humano elaborados durante las actividades ante los compañeros del curso, quienes los evaluaron con un formato hecho por el docente para tal fin.	Contenidos, propósitos, métodos y formas de comunicación

Fuente: elaboración propia a partir de Tamayo (2001)

Tabla 4. Matriz de niveles y dimensiones en relación con el sistema nervioso y efectos del consumo de *Cannabis sativa*

	Nivel ingenuo	Nivel principiante	Nivel aprendiz	Nivel maestría
Dimensión de conocimientos	<p>No comprenden la estructura del sistema nervioso ni sus funciones; tampoco cómo recibe, procesa y responde a estímulos. Todo esto lo relacionan con situaciones de la vida cotidiana.</p> <p>No reconocen la morfología, ecología, biología, componentes químicos, historia y cuestiones de legalización del <i>Cannabis sativa</i>.</p> <p>No reconocen los mecanismos de acción de los cannabinoides, ni cuáles son las vías de entrada, absorción, metabolismo y eliminación.</p> <p>No reconocen que el consumo de <i>Cannabis sativa</i> produce efectos, a corto y largo plazo, en los diferentes sistemas del cuerpo humano, incluyendo, procesos como la memoria, el aprendizaje y el embarazo.</p>	<p>Reconocen algunas partes del sistema nervioso con su función. Se les dificulta comprender cómo se procesan los estímulos y no relacionan el sistema nervioso con su vida cotidiana.</p> <p>Reconocen la morfología de la planta y aspectos relacionados con su legalización. Se les dificulta entender aspectos como la ecología o historia, y solo mencionan el THC como único componente químico.</p> <p>Reconocen los mecanismos de acción de los cannabinoides, aunque se les dificulta explicar las vías de entrada de absorción, metabolismo y eliminación.</p> <p>Reconocen que el consumo de <i>Cannabis sativa</i> produce efectos, a corto y largo plazo, en los diferentes sistemas del cuerpo humano, incluyendo procesos como la memoria, el aprendizaje y el embarazo, aunque no reconocen los efectos sociales.</p>	<p>Comprenden la estructura del sistema nervioso y sus funciones, también cómo recibe, procesa y responde a estímulos. Esto lo relacionan con situaciones de la vida cotidiana.</p> <p>Reconocen la morfología, ecología, biología, componentes químicos, historia y cuestiones de legalización del <i>Cannabis sativa</i>.</p> <p>Reconocen los mecanismos de acción de los cannabinoides, cuáles son las vías de entrada, absorción, metabolismo y eliminación.</p> <p>Reconocen que el consumo de <i>Cannabis sativa</i> produce efectos, a corto y largo plazo, en los diferentes sistemas del cuerpo humano, incluyendo, procesos como la memoria, el aprendizaje y el embarazo. También en los aspectos sociales.</p>	

Continúa

<i><b>Dimensión de métodos</b></i>	<i><b>Nivel ingenuo</b></i>	<i><b>Nivel principiante</b></i>	<i><b>Nivel aprendiz</b></i>	<i><b>Nivel maestría</b></i>
	<p>No recolectan datos, no los organizan ni los analizan para solucionar un problema.</p> <p>No reconocen la importancia de la lectura científica para plantear su punto de vista y tener argumentos para defenderlos.</p> <p>No comparan los datos hallados en clase con los encontrados en otras fuentes, ni elaboran conclusiones a partir de eso.</p>	<p>Recolectan datos, los organizan, pero no los analizan para solucionar problemas.</p> <p>Reconocen la importancia de la lectura científica para plantear su punto de vista y tener argumentos para defenderlo.</p> <p>Con dificultad, comparan los datos encontrados en clase con los de otras fuentes para llegar a conclusiones.</p>	<p>Recolectan datos, los organizan, pero se les dificulta solucionar un problema a partir de su análisis.</p> <p>Reconocen la importancia de la lectura científica para plantear su punto de vista y tener argumentos para defenderlo.</p> <p>Comparan los datos encontrados en clase con los hallados en otras fuentes; y, a partir de eso, elaboran conclusiones.</p>	<p>Recolectan datos, los organizan y los analizan para solucionar un problema.</p> <p>Reconocen la importancia de la lectura científica para plantear su punto de vista y tener argumentos para defenderlo.</p> <p>Comparan datos encontrados en clase con los hallados en otras fuentes; y elaboran conclusiones a partir de eso.</p>
<i><b>Dimensión de propósitos</b></i>	<p>No muestran interés por conocer las consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales del consumo de marihuana.</p> <p>No reconocen la importancia de trabajar en grupo para construir conocimiento; sin embargo, respetan el punto de vista de los demás.</p> <p>No desarrollan una postura crítica ni reflexiva en torno al consumo de sustancias psicoactivas.</p> <p>No consideran importante multiplicar el conocimiento como forma de ayudar a los estudiantes a alejarse de la drogas.</p>	<p>Muestran poco interés por conocer las consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales del consumo de marihuana.</p> <p>Algunas veces reconocen la importancia de trabajar en grupo, como forma de construir conocimiento, por lo que intentan respetar el punto de vista de los demás.</p> <p>Se les dificulta desarrollar una postura crítica y reflexiva en torno al consumo de sustancias psicoactivas.</p> <p>Le prestan poco importancia a ser multiplicadores del conocimiento.</p>	<p>Muestran interés por conocer las consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales del consumo de marihuana.</p> <p>Reconocen la importancia de trabajar en grupo, como forma de construir conocimiento, pero se les dificulta respetar el punto de vista de los demás compañeros.</p> <p>Desarrollan una postura crítica y reflexiva en torno al consumo de sustancias psicoactivas.</p> <p>Consideran importante multiplicar el conocimiento como forma de ayudar a los estudiantes a alejarse de la drogas.</p>	<p>Muestran un interés por conocer las consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales del consumo de marihuana.</p> <p>Reconocen la importancia de trabajar en grupo, como forma de construir conocimiento, por lo que respetan el punto de vista de los demás compañeros.</p> <p>Desarrollan una postura crítica y reflexiva en torno al consumo de sustancias psicoactivas.</p> <p>Consideran importante multiplicar el conocimiento como forma de ayudar a los estudiantes a alejarse de la drogas.</p>

Continúa

	Nivel ingenuo	Nivel principiante	Nivel aprendiz	Nivel maestría
Dimensión de formas de comunicación	No reconocen la importancia de comunicar su punto de vista, de manera clara y coherente, para que sus compañeros comprendan. No organizan los datos en tablas, cuadros o gráficas, para presentar la información con claridad. No reconocen diversas formas de comunicar sus ideas; ni comprenden la importancia de construir modelos como herramientas para explicar sus ideas.	Expresan su punto de vista sin claridad ni coherencia, y no les interesa si sus compañeros los comprenden o no. Se les dificulta organizar los datos en tablas, cuadros o gráficos para presentar la información de forma clara. Reconocen diversas formas de comunicar sus ideas, pero no reconocen la importancia de construir modelos como herramientas para explicarlas.	Reconocen la importancia de comunicar su punto de vista, de manera clara y coherente, para que sus compañeros comprendan. Organizan los datos en tablas, cuadros o gráficos para presentar la información con claridad. Reconocen diversas formas de comunicar sus ideas a otros, pero se les dificulta construir modelos y usarlos para explicárselos a sus compañeros.	Reconocen la importancia de comunicar su punto de vista, de manera clara y coherente, para que sus compañeros comprendan. Organizan los datos en tablas, cuadros o gráficos para presentar la información de forma clara. Reconocen diversas formas de comunicar sus ideas a otros y comprenden la importancia de construir modelos como herramientas para explicar sus ideas.

Fuente: elaboración propia a partir de Stone (1999)

Tabla 5. Porcentaje de estudiantes en cada nivel de comprensión para cada dimensión al finalizar el proceso

	Ingenuo	Principiante	Aprendiz	Maestría	Total	Instrumento
Dimensión de contenidos	0%	30%	47,5%	22,5%	100%	Instrumento de evaluación final y talleres.
Dimensión de métodos	12,5%	12,5%	65%	10%	100%	Informes de laboratorio y preguntas elaboradas.
Dimensión de propósitos	7,5%	20%	25%	47,5%	100%	Reflexiones de los estudiantes.
Dimensión de formas de comunicación	7,5%	10%	32,5%	50%	100%	Modelos materiales.

Fuente: elaboración propia a partir de Stone (1999)



## CAPÍTULO VI

# Experiencias en la enseñanza de la biología, que aportan en la comprensión de los efectos del consumo de *Cannabis sativa*

Guillermo Fonseca<sup>1</sup> y Carmen Helena Moreno<sup>2</sup>

La educación, como un proceso permanente que aporta a la formación integral de los estudiantes y, por ende, forma ciudadanos que se comprometen consigo mismos y con los otros (incluyendo a las otras especies), en procura de un mundo más justo y equitativo en donde predomine el valor por la vida en todas sus manifestaciones, es un compromiso de todos los actores sociales. Así, esta investigación se constituye en un ejemplo de articulación entre la universidad y la escuela secundaria, en el que profesores en ejercicio del área de ciencias naturales de la educación secundaria, profesores en formación del programa de Licenciatura en Biología y docentes investigadores de la Universidad aportan sus experiencias y saberes en la construcción de una propuesta de formación que redunde en mejorar la calidad de vida de los adolescentes de tres instituciones, a través del diseño de propuestas didácticas que respondan a las necesidades del contexto en el marco de contribuir a la solución de una problemática social, como es el consumo de marihuana de los jóvenes en instituciones de educación secundaria.

De este modo, luego de transitar durante dos años de trabajo por el proceso investigativo, vale destacar, entre otras, las siguientes consideraciones finales: la importancia de aunar esfuerzos mediante la consolidación de una comunidad académica que aporte soluciones a las problemáticas de los niños y jóvenes; también, la caracterización del nivel de consumo de sustancias psicoactivas de los estudiantes que hacen parte del proyecto. La determinación de las concepciones que tienen los

1 Docente investigador, Proyecto Curricular: Licenciatura en Biología y Maestría en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupo de investigación, Biología, Enseñanza y Realidades (BER).

2 Docente investigadora, Proyecto Curricular: Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupo de investigación, Neurociencias (GINUD).

estudiantes de las tres instituciones educativas partícipes del proyecto de investigación, acerca del sistema nervioso, las sustancias psicoactivas y sus efectos en el organismo, y el diseño de tres propuestas didácticas que contribuyen a la comprensión de la relación entre los efectos del consumo de marihuana en el sistema nervioso, como una alternativa para que, en el presente y en el futuro, los jóvenes asuman decisiones argumentadas sobre las implicaciones que tiene el consumo en su propio cuerpo y su vida misma.

Respecto a la consolidación del grupo académico, es importante reconocer los saberes de cada uno de los miembros del equipo, dado que la experiencia de los maestros que ejercen la enseñanza en el nivel de educación secundaria es fundamental, porque conocen las necesidades de los adolescentes y las formas de transformación del conocimiento científico enseñable a los estudiantes.

Por otra parte, los estudiantes en formación que participan en esta experiencia aportaron, de manera significativa y en doble vía, a su propio conocimiento profesional desde diversas fuentes de información y contribuyeron, a partir de sus saberes académicos actualizados, a los procesos de enseñanza y de aprendizaje. De la misma manera, los docentes investigadores de la Universidad transformaron los hallazgos de los proyectos de investigación en una oportunidad para aplicar, en contextos reales, las conclusiones de los trabajos, tanto en el orden disciplinar de la biología (neurociencia), como en de la didáctica de la biología.

En ese orden de ideas, el trabajo conjunto permitió construir cuatro principios de la enseñanza y el aprendizaje, como el principio de articulación entre los conocimientos escolares y la comprensión de los problemas socioambientales, específicamente el consumo de sustancias psicoactivas, entre ellas, *Cannabis sativa* o marihuana; asimismo, el principio de construcción sistémica del conocimiento; el principio de construcción de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales; y el principio de contextualización y de investigación escolar, como ejes del diseño de la propuesta didáctica.

Por otro lado, en lo concerniente a la caracterización de los estudiantes y su relación con el acercamiento al consumo de sustancias psicoactivas, aplicar instrumentos que proveyeran información útil para diseñar las propuestas de intervención pedagógica, como la prueba FRIDA y la metodología de cartografía social, permitió reconocer que en las instituciones educativas los estudiantes tienen acceso directo e indirecto a las sustancias psicoactivas; en este sentido, entender el contexto de los estudiantes y mostrar que la prevención del consumo de drogas es relevante para esta población y que va más allá de los individuos, es un problema comunitario en el que deben intervenir varios agentes, a fin que la necesidad de configurar propuestas, desde el aprendizaje de conceptos propios de la biología, facilite la comprensión del fenómeno del consumo, desde una perspectiva argumentada y no desde el discurso punitivo.



Se destaca la percepción que tienen los estudiantes de la clase de biología como fuente de información para la educación sobre el consumo de drogas; esto sugiere trabajar de la mano con docentes para no solo proveer información, también para desarrollar en los estudiantes la toma de decisiones acertada y, de ese modo, aumentar la percepción del riesgo. Por esa razón, se destaca la necesidad de vincular y trabajar de la mano con las familias para concientizarlas sobre los problemas asociados al consumo de drogas y el fomento de hábitos saludables. Finalmente, también es una oportunidad para que las instituciones educativas trabajen con las entidades de salud en encontrar recursos que apoyen y ayuden a minimizar el riesgo de consumo.

En otro sentido, considerando que los estudiantes llegan a clase con información sobre el sistema nervioso y las sustancias psicoactivas, resolvieron cuestionarios cerrados y preguntas de respuesta abierta para rastrear sus concepciones; estas fueron agrupadas en tres categorías: i) Estructura y función del sistema nervioso, ii) Sustancias psicoactivas, y iii) Efectos del consumo de *Cannabis sativa*.

En la primera categoría, en el nivel de estructura, se identificó que los estudiantes reconocen el sistema nervioso de varias formas: integrado, al relacionar el sistema nervioso central con el periférico; fragmentado, es decir que representan el cerebro sin integrarlo con el resto del cuerpo; limitado, que se evidencia cuando no se mencionan otras estructuras del sistema nervioso como el cerebelo, tallo cerebral, etc.; asociadas a otros sistemas, como el respiratorio y el circulatorio, pero especialmente esto quiere decir que confunden los vasos sanguíneos con los nervios; y en el nivel funcional, la mayoría de estudiantes reconoce el sistema nervioso como un sistema de control e incluso de percepción y emisión de señales.

En la segunda categoría, la sustancia psicoactiva que más reconocen los estudiantes es la *Cannabis sativa*, dado que tienen información sobre algunas variedades, como Corinto y Purple; en segundo lugar, aparece el cigarrillo; y en el tercero, el alcohol. Además, se identificó que asocian el concepto de sustancia psicoactiva con el término genérico de droga, y pese a que hay una clara distinción entre las sustancias psicoactivas y los fármacos, algunos listan el Rivotril. Posteriormente, se categorizaron las características que le atribuyen a la *Cannabis sativa*. En un primer nivel, y desde una definición general, la catalogaron como benéfica, perjudicial o benéfica-perjudicial; cabe destacar que algunos fueron indiferentes a esta. En un segundo nivel, esto es, según los usos, entre los aspectos positivos reconocieron su uso medicinal y entre los negativos, las afecciones tanto físicas como psicológicas.

Por su parte, en la tercera categoría se identificaron tres subcategorías. En la primera relacionaron los órganos y sistemas que se afectan con el consumo; mencionaron los pulmones, el corazón y el cerebro. En la segunda, reconocen el impacto del consumo a nivel social, al identificar la afección de las relaciones interpersonales; y en la tercera subcategoría, en la explicación de la ruta del consumo de la *Cannabis sativa*, identifican, en un nivel macro, los órganos por los que pasa la sustancia, pero

desconocen los procesos fisiológicos, como el intercambio gaseoso y la alteración del impulso nervioso.

En lo correspondiente al diseño de propuestas didácticas que aportaron a comprender la relación que existe entre los efectos del consumo de marihuana y el sistema nervioso, se puede afirmar que, tales propuestas surgieron como una alternativa para que los jóvenes, en el presente y futuro, asuman decisiones argumentadas sobre las implicaciones que tiene el consumo en su cuerpo y en su vida.

En este sentido, es importante destacar la condición de singularidad de cada uno de los diseños en cada institución educativa, es decir, en concordancia con la propia investigación-acción, se evidenciaron las dinámicas de los colegios en el diseño de la unidad didáctica, desde lo que plantean el Proyecto Educativo Institucional y el plan del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, al igual que la experiencia de los docentes de secundaria y las características de los estudiantes. El proyecto no inició con una propuesta didáctica prefijada, durante su desarrollo se construyó; esta condición es importante porque permitió reconocer los contextos y trabajar con las propias necesidades de las comunidades.

De acuerdo con lo anterior, se diseñaron tres unidades didácticas. La primera se denominó: *Más allá del Cannabis: ¡Un problema en contexto!*, y pretendió contribuir a la comprensión de la fisiología y anatomía del sistema nervioso, y generar la toma de decisiones responsable en los estudiantes frente al consumo de *Cannabis sativa*. Este diseño se abordó desde el enfoque didáctico de enseñanza para la comprensión; la propuesta, por su parte, se fundamentó en el contexto de los estudiantes del curso 904 del colegio La Gaitana, como el eje problémico para la enseñanza de la biología. La segunda, *Aprendamos sobre la Cannabis y sus efectos*, se implementó en la institución educativa Bravo Páez, en estudiantes de grado noveno, consumidores activos; y tuvo como objetivo desarrollar actitudes científicas en los jóvenes para comprender el funcionamiento del sistema nervioso y que, así, puedan llegar a tomar decisiones responsables relacionadas con el consumo de *Cannabis sativa*, en estudiantes de grado noveno, consumidores activos de la institución educativa Bravo Páez.

Esto se hizo por medio de la implementación de una propuesta didáctica basada en el modelo pedagógico social-cognitivo, en la que se plantearon principios básicos del modelo: trabajo colectivo, resolución de problemas y nuevos conocimientos. Al igual que el desarrollo de actitudes científicas, como la argumentación, metacognición, trabajo en equipo y resolución de problemas. *Deshojando el Cannabis* fue el nombre de la tercera unidad, cuyo objetivo fue incentivar la toma de decisiones asertivas en torno al consumo de *Cannabis sativa*, a partir de la construcción de modelos materiales del cuerpo humano en los que se reflejan los efectos, en los diferentes sistemas, de consumir dicha sustancia. Durante el desarrollo de esta unidad, se asumieron los principios teóricos y metodológicos de la enseñanza para la

comprensión, la construcción de modelos mentales y materiales, y el enfoque multidimensional de la evolución conceptual.

Finalmente, en relación con los aprendizajes de los estudiantes, es importante destacar que, más de las particularidades en el diseño de las unidades didácticas y de los procesos metodológicos desarrollados en los tres grupos de estudiantes, fue posible identificar algunos aprendizajes transversales en las tres instituciones vinculados a la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso, asociado a los efectos del consumo de *Cannabis sativa*. Para dar cuenta de este aspecto, se estructuraron los aprendizajes de orden conceptual, procedimental y actitudinal.

## Aprendizajes conceptuales

Referente a los aprendizajes conceptuales, es preciso señalar que estos se fundamentan en unir varios datos dentro de una red de significados, posibilitando explicar un suceso e inferir sus consecuencias. Tales aprendizajes se evidencian cuando un sujeto comprende determinada información y es capaz de interpretarla y explicarla con sus propias palabras; contrario al aprendizaje de datos o hechos que se aprenden literalmente de modo repetitivo, y a los principios, que son conceptos estructurantes o conceptos muy generales del área (Pozo y Gómez, 2009). En el desarrollo de las unidades didácticas se alcanzaron aprendizajes conceptuales en el nivel de datos y conceptos de la planta *Cannabis sativa* y el sistema nervioso, y los efectos del consumo de la marihuana sobre el sistema nervioso, tal como se presenta en la tabla 1<sup>3</sup>.

Sobre la planta *Cannabis sativa* se evidenció que los estudiantes aprendieron sobre su taxonomía y componentes químicos, pues llegaron a incluir en su léxico el nombre científico de la marihuana y el nombre de algunos de sus compuestos químicos como el THC, el cannabidiol y el cannabinol. En relación con los usos medicinales, comprendieron que las propiedades ansiolíticas, analgésicas o antieméticas (antivomitivas) se debían a algunos componentes de la planta; esto corresponde con investigaciones que señalan, por ejemplo, los beneficios terapéuticos del cannabidiol como antiinflamatorio, analgésico, antipsicótico, antiisquémico, ansiolítico y antiepiléptico; o del cannabigerol, como potencial para las psicosis, la epilepsia, la ansiedad y las alteraciones del sueño. Por último, sobre la marihuana, como sustancia psicoactiva con fines recreativos, comprendieron que su uso podía estar asociado con problemáticas de orden social, refiriendo que el cannabis puede interferir en la vida cotidiana y social de una persona, e incidir en su trabajo o, en el caso de los estudiantes, en su rendimiento académico.

En lo que respecta al sistema nervioso, los resultados demostraron que en el ámbito orgánico, los estudiantes alcanzaron conocimientos referentes a la anatomía general, la morfología y fisiología del sistema nervioso central y autónomo. Por el

.....

3 Las tablas del capítulo VI se presentan al final de este.

contrario, respecto a la fisiología general, algunos comprendieron las funciones de recepción, integración y transmisión, es decir, lograron explicar que este sistema es el que controla e integra tanto los estímulos del mundo exterior como las actividades funcionales de los órganos y demás sistemas, a través de la información que recibe y que transmite al sistema nervioso central.

En cuanto al ámbito celular, los estudiantes lograron ubicarse en el nivel de conceptos, porque comprendieron la morfología y fisiología de la neurona y la sinapsis, y llegaron a explicar que las neuronas transmiten impulsos nerviosos o potenciales de acción, y que hay varios tipos de mensajeros químicos llamados neurotransmisores, que se liberan para transmitir señales de una neurona a otra en un proceso llamado sinapsis.

Los estudiantes explicaron los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en distintos órganos y sistemas, coherentes con los marcos teóricos, ya que afirmaron que el receptor cannabinoide CB<sub>1</sub> está ampliamente distribuido, además del cerebro, en el tejido vascular y el corazón (Escobar, Berrouet y González, 2009). Y también porque lo relacionan con el consumo de THC; por ejemplo, reconocieron que, como efecto inmediato del consumo de cannabis, hay un incremento del ritmo cardíaco y que a largo plazo puede producir afecciones respiratorias asociadas a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, si se tiene en cuenta que esta se produce, entre otras causas, por el consumo de la sustancia y se caracteriza por originar un aumento de la resistencia de la vía aérea y de la capacidad pulmonar total (Del Bosque, Fernández y Sánchez, 2013).

Mientras que en relación con el cáncer de pulmón, también se encontró un vínculo con estudios que asocian su aparición con el consumo de cannabis, y que señalan que dicho efecto se debe a que la marihuana contiene una gran cantidad de hidrocarburos poliaromáticos con poder cancerígeno; sin embargo, hay que agregar que esto también depende el tiempo que el humo permanezca en el pulmón favoreciendo la actividad de los productos carcinógenos (Del Bosque *et al.*, 2013).

Finalmente, los estudiantes explicaron el recorrido y efecto de los componentes del humo de cannabis en otros sistemas afectados, como el respiratorio, circulatorio y endocrino, buscando superar lo planteado en los Estándares de Competencias para Ciencias Naturales del MEN (2004), cuya propuesta gira en torno a reconocer los efectos nocivos del exceso del consumo de drogas únicamente desde el funcionamiento del sistema nervioso. En este sentido, si se toman como referentes dichos estándares (MEN, 2004), esta propuesta resulta superior al lograr abordar otras acciones de pensamiento —incluso— las establecidas para los grados décimo y undécimo, como explicar el funcionamiento de neuronas desde modelos químicos y eléctricos, o explicar el funcionamiento de algún medicamento, si se tiene en cuenta que aprendieron que los usos medicinales de la planta se deben a algunos de sus componentes químicos.

Asimismo, lo anterior responde a lo que señala Cañal (2011) sobre el aprendizaje del cerebro y la coordinación nerviosa; conocimiento al que deben llegar los estudiantes, entre 14 y 18 años en el bachillerato, puesto que es necesario que a esa edad incorporen a su conocimiento información (datos) relacionada con el cerebro, el mensaje nervioso, el sistema nervioso, la neurona, el axón, la sinapsis, el neurotransmisor y la memoria, pero, que a la vez, logren integrarlos para comprender que el sistema nervioso funciona mediante señales electroquímicas (Cañal, 2011) y, que las drogas, en este caso la cannabis, causan efectos nocivos en el funcionamiento normal del sistema nervioso y otros sistemas, como el respiratorio o el endocrino.

### Aprendizajes procedimentales

Los aprendizajes procedimentales están relacionados con el saber hacer (Pozo y Gómez, 2009). Valls (1993) y Díaz y Hernández (2002) consideran a los procedimientos como contenidos de aprendizaje que hacen referencia a la ejecución de acciones, formas de actuar, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas y métodos. Sin embargo, es importante diferenciar los procesos de la ciencia, que proporcionan una estructura conceptual, de los aprendizajes procedimentales, que brindan los criterios para organizar las estrategias necesarias para aprender ciencias (Pozo y Gómez, 2009). (tabla 2).

Se desarrollaron específicamente los aprendizajes procedimentales relacionados con la investigación como una actividad de resolución de problemas. Su construcción requirió la utilización de diversos procedimientos (Pozo y Gómez, 2009), como plantear un problema, formular hipótesis, elaborar explicaciones y conclusiones; del mismo modo, permitió una mirada integral del problema de investigación a nivel fisiológico, anatómico, social y cultural, que aportó a la solución de problemas sociales desde una situación real. Además, cumplió con los requisitos que propone Zabala (2000) para el aprendizaje de contenidos procedimentales, partiendo de *situaciones significativas* para los estudiantes, puesto que, este fue hecho considerando el contexto.

### Aprendizajes actitudinales

Las actitudes se reconocen, en el campo educativo, como tendencias o predisposiciones, con componentes conductuales, cognitivos y emotivos, referentes a un determinado objeto de actitud (Rodríguez, Hernández, Muñoz, Lizarazo y Salamanca, 2011). Comprende cuatro componentes: la cognoscitiva, afectiva, conativa o intencional y la comportamental (Furió y Vilches, 1997). Del mismo modo, pueden clasificarse en actitudes hacia la ciencia en las que predomina el elemento afectivo; y en las actitudes científicas, los elementos cognitivos (Vázquez y Manassero, 1995); algunas de estas actitudes pueden ser la *argumentación*, vista como un procedimiento cognitivo lingüístico que da lugar a la producción de un texto de orden

explicativo, apoyándose en habilidades cognitivas que se vehiculizan a través del lenguaje oral o escrito (Revel *et al.*, 2005); la *metacognición*, como el conocimiento que los niños tienen de sus propios procesos cognitivos (Flavell, 1976, citado en Campanario, 2000); el *trabajo en equipo*, como la capacidad para interactuar de manera productiva, asumiendo compromisos y respondiendo por ellos (ICFES, 2007) y, finalmente, la *resolución de problemas* que significa una organización cognitiva, vinculación personal con una situación problema y construcción significativa de conocimientos, al igual que el desarrollo de nuevos conceptos, relaciones, desarrollo aptitudinal positivo y desarrollo de capacidades creativas (García, 1998).

Por último, en el contexto nacional, en los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y educación Ambiental (1998) y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (2004) se señala que la enseñanza de las ciencias naturales debe enfatizar en los procesos de construcción, más que en los métodos de transmisión de resultados y debe explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad, en este sentido se ubican procesos de enseñanza y de aprendizaje de orden concontextualizados.

En estos documentos se insiste en la necesidad de procurar un proceso de enseñanza y de aprendizaje que establezca relaciones entre el mundo de la escuela y la propia vida de los niños y los jóvenes. Una educación pertinente para las propias comunidades (tabla 3).

En relación con los aprendizajes actitudinales, se hizo énfasis en el análisis de la metacognición. En primer lugar se evaluó la argumentación como la actitud más desarrollada por los estudiantes, a partir de tres categorías: *cultural*, *científico-escolar* y *social* (tabla 3). Sobre los aspectos culturales de *Cannabis sativa*, hallaron una relación con los usos terapéuticos; además, manifestaron distintos puntos de vista sobre su legalización. En lo concerniente a la categoría científico-escolar, desarrollaron actitudes argumentativas sobre sus componentes, mencionando distintos cannabinoides; y también reconocieron los efectos que produce el consumo de esta sustancia en el sistema nervioso y el cuerpo humano. Finalmente, en la categoría social, asumieron una postura crítica sobre los efectos que produce el consumo de cannabis a nivel social y económico.

De otro lado, se evaluaron las actitudes de trabajo en equipo y resolución de problemas. Con respecto a esto, los estudiantes manifestaron sentimientos de interés por conformar equipos; también, por formular preguntas de investigación acerca de los aspectos socioculturales del *Cannabis sativa* y los efectos del consumo; y elaborar hipótesis y comunicar sus aprendizajes (tabla 4).

De este modo fue fundamental trabajar con los estudiantes desde un plano individual y colectivo, potencializando sus aprendizajes, no solo para resolver sus dudas y preguntas de investigación, sino también para divulgar su conocimiento. Finalmente

se analizó la actitud de metacognición (tabla 5) a través de las categorías: enseñanza de la biología, los estudiantes lograron actitudes reflexivas en este caso frente a la clase de biología, mostrando sentimientos de interés y aceptación a la hora de argumentar y reflexionar sobre los contenidos de enseñanza. Respecto al consumo y efectos, los estudiantes manifestaron actitudes reflexivas a nivel individual, científico-escolar y social (tabla 5), a las que les vincularon elementos de orden cognoscitivo y afectivo (Furió y Vilches, 1997), mostrando sus creencias y percepciones.

Así, los estudiantes de los grados octavo y noveno reflejaron actitudes de autocuidado y de prevención que permitieron, como mencionan los Estándares Básicos de Competencia del MEN (2004), la formación de un pensamiento crítico, desarrollo de habilidades y actitudes científicas necesarias para explorar fenómenos, eventos y resolver problemas, y llegaron a vincular problemáticas sociales, como el consumo de *Cannabis sativa*, que les permitió desarrollar compromisos personales y sociales como cuidar su cuerpo.

En términos generales, la construcción de propuestas innovadoras de enseñanza y de aprendizaje de la biología (sistema nervioso), de manera conjunta entre maestros en ejercicio, en formación e investigadores de la Universidad, permitió contextualizar los conceptos estructurantes de la biología en relación con problemáticas socioambientales a las que se enfrentan los jóvenes como el consumo de *Cannabis sativa*, estableciendo una relación entre los conocimientos construidos en la clase de biología y las decisiones que los estudiantes deben tomar en su vida cotidiana en relación con los efectos fisiológicos y psicosociales que generan el consumo habitual de marihuana.

Por último, vale aclarar que no se pretende sobrestimar el efecto que tienen los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales en los procesos preventivos del estudiante, pues conocer los riesgos de muchos comportamientos poco saludables, no siempre provoca en las personas comportamientos de protección, por el contrario, podrían convertirse en un desencadenante de la curiosidad y la experimentación. Por lo anterior, se sugiere que este tipo de propuestas se puedan complementar, analizándolas, posteriormente, desde un enfoque de salud pública, ya que sería muy prematuro pensar en la idea de que todas las acciones implementadas indujeron cambios hacia comportamientos asociados al no consumo de manera definitiva o radical en cada uno de los estudiantes, considerando que pertenecen a realidades y entornos hostiles, difíciles de cambiar únicamente desde la clase de biología.

## Referencias bibliográficas

Acosta, Xavier F., y García, María Ch. (2012) Estrategias de enseñanza prácticas por los docentes de biología en las universidades públicas. *Omnia*, 18(2), 67-82. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=737/73723402005>



- Acarín, N. y Acarín, L. (2002). *El cerebro del rey*. Barcelona: RBA.
- Alvarado, L. y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(2), 187-202.
- Arcá, M., Guidoni, P., Mazzoli, P. y Vitale, J. C. (1990). *Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós.
- Arias, F. B., Berdullas, J., Iraurgi, I., Llorente, J., López, A., Madoz, A., . . . Villanueva, V. (2010). Neurobiología de las adicciones. En E. Becoña y M. Córtes, *Manual de adicciones para psicólogos especialistas en psicología clínica en formación* (pp. 33-42). Valencia: Socidrogalcohol.
- Ashtari, M., Avants, B., Cyckowski, L., Cervellione, L., Roofeh, D. y Cook, P. (2011). Medial temporal structures and memory functions in adolescents, whit heavy cannabis use. *J Psychiatr Res*, 45(8).
- Attride-Stirling, J. (2001). Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. *Qualitative Research*, 1(3), 385-405.
- Bannet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En J. Perales y P. Cañal, *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 449-478). Marfil: Alcoy.
- Bava, S. y Tapert, S. (2010). Adolescent brain depelopment and the risk for alcohol and other drug problems. *Neuropsychology*, 398-413.
- Blanco, A., España, E. y Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, (79), 9-18.
- Blythe, T. y Gould, D. (2008). Desempeños de comprensión. En T. Blythe, *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente* (pp. 87-105). Buenos Aires: Paidós.
- Blythe, T. y Perkins, D. (2008). Comprender la comprensión. En T. Blythe, *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente* (pp. 35-42). Buenos Aires: Paidós.
- Blythe, T. y Perkins, D. (2008). El marco conceptual de enseñanza para la comprensión. En T. Blythe, *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente* (p. 163). Buenos Aires: Paidós.
- Blythe, T., Bondy, E. y Kendall, B. (2008). Evaluación diagnóstica continua. En T. Blythe, *La enseñanza para la comprensión. Guía para el Docente* (pp.107-127). Buenos Aires: Paidós.



- Boix, V. y Gardner, H. (2008). ¿Cuáles son las cualidades de la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.
- Braschi, M. E. y Santos, I. J. (2006). Drogas y adolescencia. *Revista Hospital de Niños Buenos Aires*, 48(220), 281-291.
- Caamaño, A. (2005). Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique*, (46), 5-8.
- Cabra Hernández, H. W. (2012). Factores asociados al consumo de drogas en jóvenes en Bogotá (Tesis de Maestría). Bogotá-Uniandes.
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 370-380.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cañal, P. (2011). ¿Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (68), 42-59.
- Cañal, P. (2004). La enseñanza de la biología:Cuál es la situación actual y qué hacer para mejorarla? *Alambique*, 27-41.
- Cañas, A. y Martín-Díaz, M. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80-87.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona. Martínez Roca.
- Carreter, J., Castillo, O., Ródenas, J., Gómez, A., Saldaña, A., Bermejo, Y. y Villar, I. (2011). Estudio cualitativo sobre el consumo de tóxicos en adolescentes. *Atención Primaria*, 43(8), 435-439.
- Castelblanco, I. y Peña, K. (2013). *Efectos fisiológicos de Cannabis sativa a nivel cerebral, cardíaco y pulmonar en estudiantes universitarios consumidores, con edades de 18 a 30 años (Tesis de pregrado)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Castro, J. y Valbuena E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 126- 145
- Chamizo, J. E. y Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto. Una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46(1), 9-17.

- Chaparro, L. E. (2004). Uso de los casos clínicos como estrategia didáctica en la enseñanza de la anestesia. *Revista Colombiana de Anesthesiología*, XXXII(4), 281-284.
- Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Por la cual se expide la Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994].
- Cubero, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada.
- De Longhi, A. y Rivarosa, A. (2015). La didáctica de la biología: tensiones que desafían la formación del educador en ciencias. En Bermudez, G. y De Longhi, A. (Eds.). *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: aportes para la formación docente*. (pp. 139-158). Córdoba: Editorial de la UNC.
- Del Bosque, J., Fernández, C. y Sánchez, R. (2013). El problema del consumo de cannabis: el papel del sector salud. *Salud Mental*, 36(2), 149-158.
- Del Moral, M. y Fernandez, L. (2009). Capítulo 1. Conceptos fundamentales en drogodependencias. En P. Lozano, *Drogodependencias* (pp. 1-25). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Del Olmo, R. (1992). *¿Prohibir o domesticar? Políticas de drogas en América Latina*. Caracas: Editorial Nueva Sociedad.
- Devane, W., Francis, A., Ross, J., Lawrence, S. y Allyn, C. (1998). Determination and Characterization of a Cannabinoid Receptor in Rat Brain. *Department of Pharmacology, St. Louis University Medical School, St. Louis, Missouri 63104 and Pfizer Central Research, Groton, Connecticut 06340*.
- Díaz, B. y Hernández, E. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Dirección Nacional de Estupefacentes (DNE), Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNDOC), Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CIDAC), Organización de los Estados Americanos (OEA) y Secretaría de Salud (2009). *Estudio de consumo de sustancias psicoactivas en Bogotá D.C. 2009. Informe Final*. Bogotá D.C.: Scripto Ltda.
- Dirección Nacional de Estupefacentes (DNE), Ministerio de la Protección Social (MPS), Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) y Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD) de la OEA (2008). *Estudio nacional de consumo de sustancias psicoactivas en Colombia*.
- Dorius, C., Bahr, S., Hoffman, J. y Lovelady, E. (2004). Parenting practices as moderators of the relationship between peers and marijuana use. *Journal of Marriage and Family*, 66, 163-178.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education*

*Perspectives from classroom-Based Research*. Dordrecht: Sprin.

- Escobar, I., Berrouet, M. y González, D. (2009). Mecanismos moleculares de la adicción a la marihuana. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38(1), 126-142.
- Espada, J., Méndez, X., Grittin, K. y Bolvin, G. (2003). Adolescencia: consumo de alcohol y otras drogas. *Papeles del psicólogo*, 23(84), 9-17.
- Flick, U. (1992). Triangulation Revisited: Strategy of Validation or Alternative? *Journal of the Theory of Social Behaviour*, 22(2), 175-197.
- Florián, N., Parada, F. y Garzón, W. (Mayo de 2009). Estudio del contenido de cannabinoides en muestras de marihuana (*Cannabis sativa* L.) Cultivadas en varias regiones de Colombia. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 16(2), 237-244.
- Fonseca Amaya, G. y Moreno Duran, C. (2015). La enseñanza de la biología y su aporte en la solución de problemas sociales. Diseño de cinco unidades didácticas que aporten en la prevención del consumo de *Cannabis sativa* a través de la enseñanza y el aprendizaje del sistema nervioso. *Revista Bio-grafía*, 1299-1317.
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria 9*. Barcelona, España: (pp. 47-71).
- Gagliardi, R. (2008). *Gestión de la educación técnica-profesional: capacitación directiva para la formación de jóvenes autónomos*. Buenos Aires: Noveduc.
- García, J. (1998). La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo. *Revista educación y pedagógica*, x(21), 145-174.
- García, J. y Cañal, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. En J. M. Campanario, *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas* (pp. 5-16.). Investigación en la escuela.
- Gobierno Nacional de la República de Colombia (2014). *Estudio nacional del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia 2013*. Bogotá.
- Grotenhermen, F. (2006). Los cannabinoides y el sistema endocannabinoide. *Cannabinoids*, 1(1), 10-14.
- Gutiérrez, A. (2006). PISA y la evaluación de la alfabetización científica. *Investigación en la escuela*, 65-77.
- Guzmán, M. y Galve, I. (2009). Endocannabinoides: un nuevo sistema de comunicación en el cerebro. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 177-193.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Capítulo 14. Recolección y análisis de los datos cualitativos. En R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación* (pp. 392-407). México: McGraw-Hill.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación en Colombia (ICFES). (2007). *Fundamentación conceptual área de ciencias naturales*. Bogotá: ICFES.
- Ishac, E., Jiang, L., Lake, K., Varga, K., Abood, M. y Kunos, G. (1996). Cannabis the genus cannabis. (D. Brown, Ed.) *School of Pharmacy University of Portsmouth, UK*.
- Jiménez, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. De Pro, *Enseñar Ciencias* (pp. 119-142). Barcelona: Grao.
- Jiménez, A. y Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos de la educación secundaria. En d. C. Luis, *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (pp.17-46). Barcelona: ICE-Horsori.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar investigación-acción*. Barcelona: Editorial Laertes.
- Larrosa, S. L. y Rodríguez-Arias, J. L. (2010). Factores de riesgo y de protección en el consumo de drogas en adolescentes y diferencias según edad y sexo [Risk and protective factors in adolescents' drug use, and differences by age and sex]. *Psicothema*, 22(4), 568-573.
- Lewin, K. G. (1948). *Resolving social conflicts; selected papers on group dynamics*. New York: Harper y Row.
- López-Jaramillo, P., Pradilla, L., Bracho, Y. y Silva, F. (2005). El sistema endocannabinoide y su relación con la obesidad abdominal y el síndrome metabólico: implicaciones terapéuticas. *Revista Colombiana de Cardiología*, 113-121.
- Marschall, S., Castellanos, N., Vitaro, F. y Séguin, Jean. (2014). Moderators of the association between peer and target adolescent substance use. *Addictive Behaviors*, 39(1), 48-70.
- Martínez, J. (2007). *La enseñanza para la comprensión: una aplicación en el aula*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Maturana, H. y Varela, F. (1998). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: La organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires: Katz.

- Medina, K., M. T., Nagel, B., H. K., Schweinsburg, A. y Taper, S. (2009). Prefrontal morphometry in abstinent adolescent marijuana users: subtle gender effects addict. *Addict Biol.*, 14(4), 457-468.
- Medina, K., Nagel, B. y Taper, S. (2010). Cerebellar vermis abnormality in adolescent marihuana users. *Psychiatry*, 152-159.
- Ministerio de Educación Nacional (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Moir, D., Rickert, W., Levasseur, G., Larose, Y., Maertens, R., White, P. y Desjardins, S. (2007). A Comparison of Mainstream and Sidestream Marijuana and Tobacco Cigarette Smoke Produced under Two Machine Smoking Conditions. *Chem. Res. Toxicol.*, A- I.
- Moreno, C., Castelblanco, I., Peña, K., Sandoval, M., Zamudio, J. y Prieto, A. (2016). *Efectos del consumo del THC (Delta-9-tetrahidrocannabinol) en el sistema nervioso, circulatorio, respiratorio, endocrino e influencia en la capacidad cognitiva, de consumidores universitarios habituales*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Murillo-Castro, L. y Miaso, A. I. (2011). Visión de jóvenes costarricenses, de zonas rurales, en un programa de rehabilitación, sobre el consumo de drogas [Th-viewof adolescents from the rural area of Costa Rica in rehabilitation program-about drug consumption]. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 19(Spec Iss), 796-803.
- National Institute on Drug Abuse (2013). *Serie de reportes de investigación. Abuso de la marihuana*. Recuperado de <http://www.descentralizadrogas.gov.co/wp-content/uploads/2015/02/Serie-Reportes-Investigacion-Abuso-de-la-marihuana-NIDA.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2014). *World Drug Report 2014*. United Nations publication.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2018). *World Drug Report 2018*. United Nations publication.
- Ordoñana, J. G. (2002). Amenaza y persuasión en mensajes de salud sobre consumo de alcohol: de la teoría a la práctica. *Adicciones*, 14(4), 479-485.

- Organización Panamericana de la Salud (2005). *Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas*. Washington D.C.: World Health Organization.
- Padrós, M. (2014). A Transformative Approach to Prevent Peer Violence in Schools Contributions From Communicative Research Methods. *Qualitative Inquiry*, 20(7), 916-922.
- Peña, K., Castelblanco, I. y Moreno, C. H. (2016). Efectos fisiológicos asociados a los hábitos de consumo de *Cannabis sativa* en universitarios residentes en Bogotá. En *El impacto de la investigación en ciencias biológicas y su enseñanza. XX Seminario de Investigaciones Biológicas* (pp. 135-153). Bogotá, Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Peña, K., Castelblanco, I. y Moreno, C. H. (2016). Análisis de los efectos de cannabis sobre la función pulmonar de estudiantes universitarios consumidores. En *El impacto de la Investigación en ciencias biológicas y su enseñanza. XX Seminario de Investigaciones Biológicas* (pp.119-134). Bogotá, Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Perkins, D. (1999). Capítulo 2. ¿Qué es la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 69-94). Argentina: Paidós.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología*. Barcelona: Labor S.A.
- Piontek, D., Kraus, L., Bjarnason, T., Demetrovics, Z. y Ramstedt, M. (2015). Individual and country-level effects of cannabis-related perceptions on cannabis use. A multilevel study among adolescents in 32 European countries. *J Adolesc Health*, 52(4).
- Piza, H. (2009). *La cartografía social como instrumento metodológico en los procesos de construcción de territorio a partir de la participación ciudadana en la planeación territorial y la construcción del espacio público*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Pogré, P. (2004). *¿Cómo enseñar para que los chicos comprendan?* Buenos Aires: Papers Editores.
- Porlán, A. (1993). La didáctica de las ciencias: Una disciplina emergente. *Cuadernos de Pedagogía*. 210, 68-71
- Posada, I. C., Puerta-Henao, E., Alzate, E. M. y Oquendo, P. A. (2014). Percepción de la comunidad universitaria sobre el consumo de sustancias psicoactivas en la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(3), 411- 422.

- Pozo, J. I. y Gómez, M. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Pratap, B. y Komiyenko, A. (2012). Toxic Effects of Marijuana on the Cardiovascular System. *Cardiovasc Toxicol*, 12(2), 143-148.
- Ramos, A. y Fernández, J. (2000). Cannabinoides: propiedades químicas y aspectos metabólicos. *Monografía Cannabis sativa*, 41-58.
- Real Academia Española: Diccionario de la lengua española (2014). En *Real Academia Española*. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=contexto>
- Revel Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P. y Aduríz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Rodríguez, P. y Rodríguez, L. (1999). Principios técnicos para realizar la anamnesis en el paciente adulto. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 15(4), 409-414.
- Rojas, D. y Barreto, W. (2015). *Más allá del Cannabis: ¿Un problema en contexto?* Bogotá.
- Rojas, D. y Barreto, W. (2014, abril). Concepciones de los estudiantes frente al consumo de sustancias psicoactivas, como punto de partida para contextualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso. En *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, General Roca, Argentina
- Rosenbaum, P. (1999). Choice as an Alternative to Control in Observational Studies. *Statistical Science*, 14(3), 259-304.
- Ross, M. H. y Wojciech, P. (2006). *Histología: Texto y atlas color con biología celular y molecular*. (5.ª Ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana S. A.
- Sampson, R.J. y Groves, W. B. (1989). Community structure and crime: Testing social-disorganization theory. *American Journal of Sociology*, 94(4), 774-802.
- Sanmartí, N. (2009). Avaluar per desenvolupar competències. Avaluar competències. *Guix. Elements d'Acció Educativa*, 359, 49-53.
- Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Aula de didáctica*, (67), 62-69.
- Secades, R., Carballo, J. L., Fernández-Hermida, J. R., García, O., y García, E. (2006). *Cuestionario de factores de riesgo interpersonales para el consumo de drogas en adolescentes (FRIDA)*. Madrid: TEA.



- Sierra, D., Pérez, M., Pérez, A. y Núñez, M. (2005). Representaciones sociales en jóvenes consumidores y no consumidores de sustancias psicoactivas. *Adicciones*, 17(4), 349-360.
- Slapak, S. y Grigoravicius, M. (2007). Consumo de drogas: la construcción de un problema social. *Anuario de investigaciones*, XIV, 239-249.
- Solinas, M., Massi, P., Cantelmo, A., Cattaneo, M., Cammarota, R., Bartolini, D., . . . Parolaro, D. (2012). Cannabidiol inhibits angiogenesis by multiple mechanisms. *Br J Pharmacol*, 167(6).
- Stone, M. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión. La vinculación entre la teoría y la práctica* (pp 95-126). Argentina: Paidós.
- Toro, J., Reyes, C., Martínez, R., Castelblanco, Y., Cárdenas, F., Granés, J. y Córdoba, C. (2007). Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales. ICFES. Bogotá: ICFES.
- Unger, C., Gray, D., Jaramillo, R. y Dempsey, R. (2008). ¿Qué piensan los alumnos sobre la comprensión? En M. Stone, *La enseñanza para la comprensión: Vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 237-266). Buenos Aires: Paidós.
- Valls, E. (1993): *Los procedimientos: aprendizaje, enseñanza y evaluación*. Barcelona: ICE/Horsori.
- Vélez, I., Rátiva, S. y Varela, D. (2012). Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afrodescendiente de la cuenca alta del río Cauca. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 21(2), 59-73.
- Villanueva, L. I. (2009). Cómo redactar un caso clínico. *Revista Acta Ortopédica Mexicana*, 23(5), 315-316.
- Winstanley, E. L., Steinwachs, D. M., Ensminger, M. E., Latkin, C. A., Stitzer, M., y Olsen, Y. (2008). The association of self reported neighborhood disorganization and social capital with adolescent alcohol and drug use, dependence, and access to treatment. *Drug and Alcohol Dependence*, 173-182.
- Zabala, V. A. (2000). «El aprendizaje de los contenidos según su tipología» en *La práctica educativa. Cómo enseñar*. (7.ª Ed). Madrid: Graó.
- Zogza, W. (2016). «Biology Didactics»: A distinct domain of educational research. In T. Tal y A. Yarden (Eds.). *The Future of Biology Education Research, Proceedings of the 10th Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB)* (pp. 181-187). Greece: University of Patras.



Tabla 1. Aprendizajes conceptuales

Categoría	Subcategorías	Nivel 1 (datos)	Nivel 2 (conceptos)
Planta <i>Cannabis sativa</i>	Taxonomía	Utilizan el nombre científico de <i>Cannabis sativa</i> para referirse a la planta de marihuana.	
	Componentes	Nombran diferentes compuestos de la planta como el THC, el cannabidiol y el cannabinal.	
	Usos	Medicinales: nombran algunas enfermedades en las que se utiliza la planta con fines medicinales, como el cáncer o el glaucoma.	Medicinales: reconocen que las propiedades medicinales de la planta se deben a que algunos de sus compuestos químicos tienen propiedades ansiolíticas, analgésicas y antiepilepticas, entre otras.
		Culturales: mencionan algunos usos culturales de la planta, como su empleo en rituales religiosos.	
Sistema nervioso	Ámbito Organísmico	Lúdicos: reconocen a la planta como sustancia psicoactiva natural, utilizada con fines lúdicos.	Lúdicos: asocian el consumo recreativo de <i>Cannabis sativa</i> con problemáticas de orden social.
		Anatomía general del sistema nervioso: reconocen que el sistema nervioso central está compuesto por el encéfalo y la médula espinal, y que el periférico está compuesto por los nervios (periféricos).	
		Anatomía del sistema nervioso central - Morfología de la corteza cerebral: identifican los lóbulos de la corteza cerebral. - Morfología de otras estructuras del cerebro: identifican estructuras como el hipocampo, el hipotálamo, la amígdala cerebral, el núcleo accumbens y el área tegmental ventral en el cerebro humano. - Morfología del cerebelo: identifican el cerebelo en el encéfalo humano.	

Continúa

Categoría	Subcategorías	Nivel 1 (datos)	Nivel 2 (conceptos)
		<p>Fisiología general del sistema nervioso: se refieren a la función sensitiva (aférente) o motora (eferente) del sistema nervioso.</p> <p>Fisiología del sistema nervioso central</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Fisiología de la corteza cerebral: nombran las funciones de los lóbulos de la corteza cerebral.</li><li>- Fisiología de otras estructuras del cerebro: mencionan las funciones del hipocampo, el hipotálamo, la amígdala cerebral, el núcleo accumbens y el área tegmental ventral.</li><li>- Fisiología del cerebelo: indican la función del cerebelo en el encéfalo humano.</li></ul> <p>Fisiología del sistema nervioso autónomo: señalan que el sistema nervioso simpático se activa durante la acción y el parasimpático durante el reposo.</p>	<p>Fisiología general del sistema nervioso: explican las funciones de recepción, integración y transmisión del sistema nervioso.</p>
	<b>Ámbito celular</b>	<p>Morfología de la neurona: identifican las estructuras de la neurona (dendritas, soma, axón, botones terminales).</p> <p>Sinapsis: reconocen las neuronas presináptica y post-sináptica, y a la sinapsis como el espacio entre dichas neuronas.</p> <p>Neurotransmisores: ubican las vesículas de neurotransmisores en los botones terminales de las neuronas presinápticas.</p> <p>Fisiología de la neurona: reconocen, como función principal de la neurona, la transmisión del impulso nervioso.</p>	<p>Morfología de la neurona y sinapsis: explican conceptos de potencial de reposo, potencial de acción, impulso nervioso y despolarización a través de esqueletos sobre la neurona.</p> <p>Neurotransmisores: explican el mecanismo de liberación de los neurotransmisores, teniendo en cuenta la activación de canales iónicos.</p> <p>Fisiología de la neurona: aclaran cómo se genera la transmisión del impulso nervioso a través de la activación de canales iónicos y/o potenciales de acción.</p>

Continúa

Categoría	Subcategorías	Nivel 1 (datos)	Nivel 2 (conceptos)
Efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i>			Fisiología de la sinapsis: explican la sinapsis como el proceso con el que se comunican las neuronas.
		Fisiología de los neurotransmisores: nombran algunos neurotransmisores como dopamina, adrenalina (epinefrina), noradrenalina (norepinefrina), glutamato, GABA, serotonina.	Fisiología de los neurotransmisores: describen la función de algunos neurotransmisores cuando se liberan.
	En el sistema nervioso	<p>Sistema nervioso central</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombran estructuras del encéfalo afectadas por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> <li>- Mencionan funciones del encéfalo afectadas por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> <li>- Señalan que hay efectos, por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>, en la liberación de neurotransmisores y en la sinapsis.</li> <li>- Mencionan los síndromes de abstinencia y tolerancia, como efectos asociados al consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> </ul> <p>Sistema nervioso autónomo: refieren una afectación de las divisiones del sistema nervioso autónomo, por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</p>	<p>Sistema nervioso central</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explican las alteraciones en el funcionamiento de algunas estructuras del encéfalo, por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> <li>- Mencionan los efectos que se producen por el consumo de <i>Cannabis sativa</i> en la liberación de neurotransmisores y en la sinapsis.</li> <li>- Aclaran los síndromes de abstinencia y tolerancia, como efectos asociados al consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> </ul> <p>Sistema nervioso autónomo: explican los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el sistema nervioso autónomo.</p>
	En otros sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombran sistemas como el circulatorio, el respiratorio, el reproductor, el endocrino; y los sistemas afectados por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> <li>- Identifican órganos afectados por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explican afecciones específicas en órganos y/o sistemas (el respiratorio, el reproductor y el endocrino), producidas por el consumo de <i>Cannabis sativa</i>.</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 2. Aprendizajes procedimentales

Aprendizajes procedimentales			Relación con los efectos del <i>Cannabis sativa</i>
Relacionados con la investigación	Búsqueda, recolección y análisis de información	Por observación sobre experiencias escolares	Contrastar la información obtenida de la observación de distintas experiencias, con referentes teóricos, elaborando explicaciones y comparaciones de los efectos relacionados con el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .
		Por consulta de los estudiantes	De esta forma se permitió confrontar distintos puntos de vista, diversas perspectivas de comprensión sobre el <i>Cannabis sativa</i> y sus efectos.
		Con el uso de instrumentos de registro	Entender que existen distintas formas escriturales que aportan a la comprensión de las características de la planta y los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .
		Por orientación del docente	Orientar al estudiante para desarrollar un proceso investigativo de manera ordenada para dar solución a las preguntas vinculadas con los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el sistema nervioso y otros sistemas.
	Prácticas de laboratorio	Morfología	Comprender los efectos del THC en organismos invertebrados y en el ser humano. Los estudiantes contrastan información, planteando hipótesis, aprendiendo procedimientos específicos de la ciencia, permitiendo que confronten lo que saben con la realidad.
		Fisiología	Reconocer la planta <i>Cannabis sativa</i> con sus diferentes compuestos, su biología, ecología, sus usos medicinales y culturales.

Continúa

Aprendizajes procedimentales				Relación con los efectos del <i>Cannabis sativa</i>
Actividades de solución de problemas	Planteamiento de preguntas	Inicialmente, construidas a partir de las inquietudes de los estudiantes sobre los efectos evidentes en el consumo de <i>Cannabis sativa</i> desde el orden socio-cultural. Posteriormente, reorientadas por el docente hacia la relación con los efectos de la cannabis sobre el sistema nervioso y otros sistemas.		Al formular las preguntas, se posibilita la personalización del aprendizaje. Se convierte en una motivación para la búsqueda de información útil que da respuesta a la pregunta relacionada con el cannabis y sus efectos en el sistema nervioso y otros sistemas como el circulatorio, respiratorio, endocrino y reproductor.
	Elaboración de hipótesis	Los estudiantes plantearon hipótesis con diferentes niveles de formulación. En un primer momento, de manera general, sin reconocer causas ni efectos, y con el transcurrir de la investigación, llegaron a un nivel más complejo, por medio de su reelaboración.		La construcción de hipótesis permite observar el nivel de desarrollo de la comprensión de los estudiantes sobre los efectos del consumo de cannabis, y evidencia cómo logran pasar de una hipótesis formulada desde la cotidianidad, al establecimiento de hipótesis estructuradas, usando el idioma propio de la ciencia escolar.
	Elaboración de conclusiones	Construidas con los datos obtenidos de los laboratorios, clases, el establecimiento de hipótesis, dando respuesta a la pregunta de investigación en relación con los efectos del consumo de cannabis en el sistema nervioso y otros sistemas.		Permite evidenciar el aprendizaje de los estudiantes acerca de la <i>Cannabis sativa</i> y sus efectos, posibilitando el alcance de una mirada crítica y reflexiva que los conducirá, posteriormente, a la toma de decisiones asertivas.
	Elaboración de casos clínicos escolares	Creación de los estudiantes de una anamnesis en relación con los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> , guiada por el docente para un correcto desarrollo.		Posibilita un eje integrador en la enseñanza y aprendizaje de los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> (social, fisiológico, anatómico). La construcción del caso da cuenta de los propios aprendizajes de los estudiantes.

Continúa

Aprendizajes procedimentales				Relación con los efectos del <i>Cannabis sativa</i>
Relacionados con las formas de comunicación	Expresión escrita	Elaboración de textos	1. Diario de campo (expresión libre). 2. Elaboración de póster (explicaciones estructuradas).	Se manifiestan explícitos los propios aprendizajes de los estudiantes, los sentimientos, reflexiones y argumentos durante el proceso llevado a cabo para dar solución a las preguntas relacionadas con el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .
		Elaboración de ilustraciones	1. Representaciones gráficas acerca de la neurona, del sistema nervioso, de la planta. 2. Mapas conceptuales. 3. Modelos de los materiales acerca de los efectos del consumo en todos los sistemas.	Las ilustraciones evidencian la comprensión del sistema nervioso. Los efectos de la <i>Cannabis sativa</i> permiten a los estudiantes representar y socializar estos temas.
	Otras formas de expresión	Socialización y discusión	1. Divulgación de los casos clínicos y preguntas de investigación a través de póster. 2. Sustentación de la pregunta problema por medio de una presentación en <i>Power Point</i> . 3. Socialización de los modelos materiales del cuerpo humano, relacionados con los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	Se logra dar cuenta de los aprendizajes contruidos por los estudiantes, haciendo uso del lenguaje técnico para comunicar su propio conocimiento acerca del <i>Cannabis sativa</i> y sus efectos en la comunidad.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Aprendizajes actitudinales

Fisiología del consumo de <i>Cannabis sativa</i>	Actitudes argumentación	Cultural	Manifiestan actitudes argumentativas sobre los usos terapéuticos del <i>Cannabis sativa</i> y, además, la asocian con el tratamiento de enfermedades como cáncer y glaucoma.
			Establecen distintas perspectivas sobre la legalización del <i>Cannabis sativa</i> , argumentando puntos a favor y en contra de la legalización.
		Científico escolar	Reconocen los compuestos de la <i>Cannabis sativa</i> , mencionando distintos cannabinoides, pero principalmente el $\Delta$ 9-tetrahidrocannabinol (THC), como el causante de los efectos psicoactivos y otros cannabinoides como Cannabidiol (CBD) y el Cannabigerol (CBG) de uso medicinal.
			Argumentan sobre los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> en el sistema nervioso, principalmente, los daños en la memoria.
			Reconocen los efectos por consumo de <i>Cannabis sativa</i> en áreas y los lóbulos del encéfalo, argumentando daños en estructuras, como la corteza prefrontal, los diferentes lóbulos y el núcleo accumbens.
			Manifiestan actitudes argumentativas sobre los efectos del consumo en el sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y otros sistemas.
			Reconocen los efectos en el sistema endocrino y su participación como sistema de control al interrelacionarse con el sistema nervioso, endocannabinoide y los órganos de los sentidos.
			Manifiestan actitudes argumentativas sobre los órganos de los sentidos y su participación, como sistema receptor, al interrelacionarse con el sistema nervioso. Describen los procesos de recepción, transmisión e integración.
			Establecen diferentes rutas fisiológicas del THC y construyen argumentos sobre ellas.
			Construyen argumentos sobre la fisiología de la sinapsis.
			Manifiestan actitudes argumentativas sobre la tolerancia, abstinencia y adicción por consumo de <i>Cannabis sativa</i> .

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Actitudes de trabajo en grupo

<b>Trabajo en equipo</b>	Presentan interés por conformar equipos de trabajo para solucionar problemas vinculados con la fisiología del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	
	Manifiestan interés, al formular preguntas de investigación sobre aspectos socioculturales del <i>Cannabis sativa</i> y los efectos por consumo.	
	Muestran interés al elaborar hipótesis de trabajo sobre la fisiología del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	
	De manera productiva, construyen conocimiento colectivo sobre la fisiología del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	
	<b>Comunicar conocimiento</b>	Comunican sus aprendizajes sobre la fisiología del consumo de <i>Cannabis sativa</i> a través de la elaboración de pósteres.
		Elaboran trípticos sobre los sistemas que participan en el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .
		Comunican sus conocimientos a través de la solución de casos clínicos.
		Manifiestan interés por trabajar en equipo, al comunicar sus conocimientos a través de la construcción de modelos materiales.
<b>Resolución de problemas</b>	<b>Formular preguntas de investigación</b>	<b>Aspectos socioculturales del <i>Cannabis sativa</i></b>
		Muestran sentimientos de interés al formular preguntas sobre aspectos socioculturales de <i>Cannabis sativa</i> .

Continúa



		<b>Efectos por consumo de Cannabis sativa</b>	Formulan preguntas sobre los efectos del consumo de Cannabis sativa.
	<b>Fisiología del consumo de Cannabis sativa</b>		Resuelven preguntas de investigación vinculando la fisiología del consumo de Cannabis sativa.
			Solucionan un caso clínico sobre la fisiología del consumo de Cannabis sativa.
			Manifiestan la resolución de problemas, a través de la construcción de modelos materiales.
			Manifiestan la actitud de resolución de problemas a través de la construcción de un tríptico en el que se interrelacionan todos o algunos de los sistemas que participan en el consumo de Cannabis sativa.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Metacognición

Metacognición	Social	Asumen una postura crítica, y argumentan sobre los efectos que producen a nivel social y económico el consumo de marihuana.	
	Enseñanza de la biología	Realizan procesos metacognitivos sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología, vinculando la importancia de aprender sobre los efectos que produce el consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	
	Consumo y efectos	Individual	Realizan reflexiones sobre las implicaciones que trae el consumo de <i>Cannabis sativa</i> para sus vidas.
		Científico-escolar	Asumen posturas críticas sobre el consumo de marihuana y los efectos en el sistema nervioso y otros sistemas.
			Reflexionan sobre la importancia de investigar acerca de los efectos del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .
		Social	Asumen una postura reflexiva sobre los efectos que produce el consumo de <i>Cannabis sativa</i> a nivel social.
	Trabajo en equipo	Manifiestan actitudes reflexivas sobre la importancia de trabajar en equipo, para resolver problemas o preguntas de investigación acerca del consumo de <i>Cannabis sativa</i> .	

Fuente: elaboración propia

# AUTORES

## Guillermo Fonseca Amaya

Licenciado en Biología y especialista en Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional; magíster en Educación de la Universidad Pontificia Universidad Javeriana, y doctor en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Actualmente profesor de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y docente Investigador Asociado (I) del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Grupos de investigación: Biología, Enseñanza y Realidades y grupo de investigación en Didáctica de las Ciencias.

Dentro de sus publicaciones se encuentra el capítulo del libro “El conocimiento profesional del profesor: una construcción desde la integración/transformación de referentes académicos y experienciales. El caso de un futuro profesor de biología” (2020) y el artículo

“Los ejes DOC: una estrategia conceptual y metodológica en la construcción del conocimiento profesional del profesor” (2018).

## Carmen Helena Moreno Durán

Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesora asociada de la Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y directora del grupo de investigación Neurociencias. Es autora de los libros *Organismos Multicelulares*, *Manual teórico práctico de Histología*, *Efectos del glifosato en el pez eléctrico *Apteronotus albifrons**, *Efectos Fisiológicos de Cannabis sativa en universitarios consumidores*, *Organismos Multicelulares libro interactivo*, *Manual de laboratorios de biología básica de organismos multicelulares*, *Manual de Fisiología*, *Manual de Inmunología* y *Manual de Biología Celular*; asimismo, de algunos artículos como “La enseñanza de la biología y su aporte en la solución de problemas sociales. Diseño de cinco unidades didácticas que aporten en la prevención del consumo de *Cannabis sativa* a través de la enseñanza y el aprendizaje del sistema nervioso”, “Cuantificación de factores bloqueadores del cultivo mixto de linfocitos en mujeres abortadoras habituales tratadas con linfoterapia” y «Variación en la actividad eléctrica de la corteza cerebral prefrontal, frontal y temporal en consumidores de Cannabis”.

## **Darío Armando Rojas López**

Licenciado en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, estudiante de la Maestría de la Universidad de La Sabana y docente del Departamento de Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Grupo de investigación: Biología, Enseñanza y Realidades.

Sus ponencias presentadas en congresos son las siguientes: “Concepciones de los estudiantes frente al consumo de sustancias psicoactivas como punto de partida para contextualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje del sistema nervioso” (junto con John William Barreto), *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*; La argumentación en ciencias como aporte a un modelo de investigación en el aula (junto con Ivone Castelblanco), *IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología Educyt*, y “Caracterización de orientaciones hacía la enseñanza de las ciencias naturales de una docente en formación” (junto con Andrés garcía), *VII Encuentro nacional de experiencias en enseñanza de la Biología*.

## **Yesika Mayuly Hernández González**

Licenciada en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Sus ponencias presentadas en congresos son las siguientes: “Propuesta didáctica en la enseñanza del Sistema Nervioso, una oportunidad para desarrollar actitudes científicas en estudiantes de grado noveno, consumidores activos de *Cannabis sativa*”, *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*; “Caracterización de las concepciones sobre el sistema nervioso, sustancias psicoactivas y los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en estudiantes de grado octavo y noveno de seis instituciones educativas públicas de Bogotá D.C.”, *IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*, y “Aprendiendo con las especies nativas, una estrategia en la enseñanza del concepto de Biodiversidad”, *IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*.

## **Erika Yamile Contreras Usaquén**

Licenciada en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y estudiante de la Maestría en Educación de la misma Universidad. Es docente de Ciencias Naturales del Colegio Cafam Bellavista IED.

Sus ponencias presentadas en congresos son las siguientes: “Propuesta para la enseñanza y aprendizaje de los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en el sistema nervioso a través del uso de modelos didácticos”, *XI jornadas nacionales y VI congreso internacional de enseñanza de la biología*; “Caracterización de las concepciones sobre el sistema nervioso, sustancias psicoactivas y los efectos del consumo de *Cannabis sativa* en estudiantes de grado octavo y noveno de seis instituciones educativas

públicas de Bogotá D.C", IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT.

### **Pamela Mesa Cabrera**

Licenciada en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con estudios de posgrado en Bioingeniería de la misma universidad. Ha realizado investigaciones relacionadas con la enseñanza de la biología y educación ambiental, y en el campo de la bioingeniería se ha enfocado en el análisis y el procesamiento de señales electroencefalográficas en el consumo de *Cannabis sativa*.

Sus investigaciones son: *Propuesta didáctica para aportar a la comprensión de la fisiología del consumo de Cannabis sativa, a partir de una aproximación al pensamiento complejo: Educannabis* (2016), *Reformulación de la propuesta del proyecto ambiental: Eco-Campestre: hacia un colegio sostenible y una ciudadanía ambiental* (2019), y *Coherencia de los ritmos delta entre los hemisferios cerebrales secundarios al consumo de Cannabis sativa* (2019).

### **Rosa Gineth Bermúdez García**

Licenciada en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Es asistente profesional en la Maestría en Educación La Guajira, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Este libro se  
terminó de editar  
en agosto de 2020  
en la Editorial UD  
Bogotá, Colombia