



Fotografía  
*Edgar Orlay Valbuena Ussa*

# UNA PROPUESTA DE AULA DESDE LOS ODS: LOS BIOPLÁSTICOS DESDE UNA PERSPECTIVA CTSA

## A Classroom Proposal from the SDGs: Bioplastics from a CTSA perspective

## Uma proposta de sala de aula a partir dos ODS: os bioplásticos desde numa perspectiva CTSA

Aura Ximena García-Viviescas\*  
Yineth Alejandra Moreno-Sacristán\*\*

Fecha de recepción: 13 de enero de 2021  
Fecha de aprobación: 5 de mayo de 2021

### Cómo citar:

García Viviescas, A. X. y Moreno Sacristán, Y. A. (2021). Una propuesta de aula desde los ODS: los bioplásticos desde una perspectiva CTSA. *Bio-grafía*, 14(27), 62-76. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14514>

### Resumen

Este artículo evidencia la formulación y construcción de una propuesta de aula desarrollada bajo la perspectiva CTSA, con el fin de brindar herramientas teóricas y prácticas en el fortalecimiento de ciudades sostenibles, en el Colegio San Nicolás de Tolentino (Bogotá, Colombia), a partir del análisis de una problemática ambiental del contexto relacionada con la producción y manejo de residuos sólidos. En la fase metodológica presentada en este artículo, se destaca el enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, el cual contempla tres fases: la primera hace referencia al método Territori, bajo el cual se enmarca el proyecto y la identificación del territorio desde lo planteado por Bozzano (2009); la segunda aborda propiamente la práctica pedagógica en el aula que consta de cinco momentos: delimitación del problema de estudio, un camino que surge de la observación y exploración del contexto, aproximaciones conceptuales alrededor de la situación de estudio, formulación del proyecto de investigación, el trabajo experimental, el planteamiento de alternativas de solución al problema. Luego se encuentra el análisis de resultados que permiten la consolidación de conclusiones, donde se reflexiona sobre la práctica pedagógica, donde el estudiante y el maestro en conjunto pueden llegar a complejizar el conocimiento en ciencias naturales desde una perspectiva CTSA, que permite el reconocimiento de unas relaciones complejas que al ser abordadas en la escuela contribuyen en la transformación del territorio, además, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ods): “Educación de Calidad” y “Producción y Consumo responsable”.

**Palabras clave:** Bioplástico; método territorio; objetivos de sostenibilidad en el aula; problemática ambiental; trabajo por proyectos

\* Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia). Máster Universitario en Intervención Social en la Sociedades del Conocimiento, Universidad Internacional de la Rioja - UNIR (Madrid, España). Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. [axgarcia@upn.edu.co](mailto:axgarcia@upn.edu.co); [aximenagarcia@gmail.com](mailto:aximenagarcia@gmail.com). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0021-7827>

\*\* Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia). Licenciada en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. [yamorenos@upn.edu.co](mailto:yamorenos@upn.edu.co). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2473-918X>

## Abstract

This article evidences the formulation and construction of a classroom proposal developed under the C.T.S.A perspective, in order to provide theoretical and practical tools in the strengthening of sustainable cities, at the Colegio San Nicolás de Tolentino (Bogotá, Colombia), through starting from the analysis of an environmental problem in the context related to the production and management of solid waste. In the methodological phase presented in this research, this article highlights the qualitative, descriptive approach; which contemplates three phases: The first refers to the Territori method, under which the project is framed and the identification of the territory from what was proposed by Bozzano (2009); the second properly addresses the pedagogical practice in the classroom that consists of five moments: delimitation of the study problem. A path that arises from the observation and exploration of the context, conceptual approaches around the study situation, formulation of the research project, experimental work, the proposal of alternative solutions to the problem. Then there is the analysis of results that allow the consolidation of conclusions, where the pedagogical practice is reflected, where the student and the teacher together can come to make knowledge in natural science more complex from a C.T.S.A perspective, which allows the recognition of some complex relationships that, when addressed at school, contribute to the transformation of the territory, in addition, contributing to the fulfillment of the Sustainable Development Goals (SDG): “Quality Education” and “Responsible Production and Consumption”.

**Keywords:** bioplastic; territory method; sustainability goals in the classroom; environmental issues; work for projects

## Resumo

Este artigo evidencia a formulação e construção de uma proposta de sala de aula desenvolvida sob a perspectiva do C.T.S.A, a fim de fornecer ferramentas teóricas e práticas no fortalecimento de cidades sustentáveis, no Colégio San Nicolás de Tolentino (Bogotá, Colômbia), a partir da análise de um problema ambiental do contexto relacionado à produção e gestão de resíduos sólidos. Na fase metodológica apresentada neste artigo, destaca-se a abordagem qualitativa, de tipo descritiva, que contempla três fases: a primeira refere-se ao método Territori, sob o qual o projeto e a identificação do território são enquadrados a partir do proposto por Bozzano (2009); a segunda aborda adequadamente a prática pedagógica em sala de aula que consiste em cinco momentos: delimitação do problema de estudo, um caminho que surge da observação e exploração do contexto, abordagens conceituais em torno da situação de estudo, formulação do projeto de pesquisa, trabalho experimental, abordagem de soluções alternativas ao problema. Depois, encontra-se a análise de resultados que permitem a consolidação de conclusões, onde se faz a reflexão sobre a prática pedagógica, onde o aluno e o professor juntos podem tornar o conhecimento em ciências naturais mais complexo numa perspectiva C.T.S.A, que permite o reconhecimento de algumas relações complexas que ao serem abordadas na escola, contribuem para a transformação do território, além de contribuir para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): “Educação de Qualidade” e “Produção e Consumo Responsável”.

**Palavras-chave:** Bioplástico; método território; objetivos de sustentabilidade em sala de aula; problemática ambiental; trabalho por projetos



## Introducción

Con la comprensión de la ciencia como un actividad de la cultura, más que responder a la acumulación de contenidos, su enseñanza en la escuela presta especial atención a la construcción de conocimiento científico escolar y tecnológico desde el contexto y, con ello, busca promover la formación de ciudadanos capaces de observar, preguntar, analizar y proponer posibles acciones de solución frente a problemas cotidianos y que afectan a la sociedad en general (en los que la ciencia y la tecnología sean el camino hacia la solución). En este sentido, es imprescindible brindar un conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que les permita a los estudiantes plantear argumentos y soluciones a situaciones problema (Osorio *et al.*, 2005).

Bajo el panorama anterior, la enseñanza de las ciencias naturales ha de propiciar escenarios de reflexión y transformación del contexto, de tal forma que toda iniciativa que favorezca la formación en este conocimiento no debe escatimarse, sino que, por el contrario, se hace urgente ahondar en su estudio como respuesta a los interrogantes de la sociedad actual sobre el mundo natural.

Para lograr dicha formación, ha de gestarse desde los primeros años escolares, a partir de procesos de sensibilización, reflexión, concienciación y propuestas alternativas por parte de los estudiantes frente a la realidad circundante, en los que principalmente se cuestione el papel de las prácticas humanas y su influencia en el deterioro del planeta y la necesidad de reducir el daño causado a la naturaleza. Esto a través de diferentes alternativas y propuestas generadas en la escuela y con un impacto inmediato en el contexto, que se puede lograr desde dicho escenario, al ser la escuela el lugar donde se pueden potenciar las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en vía de la formación de futuros ciudadanos cuyas decisiones partan de un carácter social pero desde planteamientos científicos y tecnológicos como fruto de posturas crítico-reflexivas, que favorezcan la preservación de lo vivo sobre el planeta.

Es tal la preocupación por el planeta y las relaciones que se entretienen entre la naturaleza y la sociedad, que los países miembros de las Naciones Unidas (2015) adoptan un “[...] llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019) a través de diecisiete “Objetivos de Desarrollo Sostenible”. La implementación de estos objetivos es todo un reto e implica la unión de esfuerzos para lograrlos, por lo cual se hace necesario favorecer acciones desde diferentes

instituciones; una de estas es la escuela, espacio en el cual se pueden consolidar acciones concretas sobre el cuidado y conservación de la naturaleza; justamente, la enseñanza de las ciencias naturales permite la articulación del conocimiento científico con la formación ciudadana, desde los alcances esperados en los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, principalmente el de: “Educación de calidad” (Objetivo nº4) y la “Producción y consumo responsable” (Objetivo nº12), por ello se hace preciso generar propuestas de aula que no restrinjan esfuerzos que permitan cumplir con los propósitos expuestos por las Naciones Unidas.

Colombia está ubicada en la zona ecuatorial, hecho que favorece su gran diversidad biológica, por consiguiente, es un lugar geográfico de suma importancia para el mantenimiento de la vida en el planeta y, por esta razón, es urgente su preservación. En las últimas décadas el país ha sufrido afectaciones causadas por la sobreexplotación de los recursos como el suelo, la tala indiscriminada de árboles, minería a gran escala, y la sobre explotación del recurso hídrico, lo que ha provocado el deterioro de la calidad de los ecosistemas nacionales. De igual forma, Bogotá, la capital del país, sufre diversas problemáticas, relacionadas con el consumo y la producción excesiva de residuos; a esto se le suma su mal manejo y que pocas veces son aprovechados en procesos de reciclado, por lo que se generan múltiples problemas a nivel ambiental y social. Así pues, resulta primordial ejecutar un conjunto de acciones que contribuya a la mitigación del impacto en la ciudad.

Esta investigación presenta el desarrollo de una propuesta de aula que favorece la reflexión y la apropiación conceptual interdisciplinar en la formación de las ciencias naturales bajo la perspectiva CTSA, como respuesta al desarrollo de los objetivos de sostenibilidad expuestos por las Naciones Unidas. La propuesta de aula se ejecutó en el colegio San Nicolás de Tolentino de la localidad de Suba en la ciudad de Bogotá, con estudiantes entre los 14 y 15 años de edad. Allí se llevaron a cabo ejercicios de reflexión en torno a las problemáticas de su contexto, hasta definir el eje problémico, enmarcado en la necesidad de darle un manejo adecuado a los residuos generados principalmente en la institución, para luego evaluar y generar estrategias que mitiguen la producción de residuos, desde la base de la construcción de conocimiento científico escolar, con miras a consolidar una estrategia entre el consumo y la producción sostenible de materiales biodegradables como el bioplástico, cuya materia prima son los residuos orgánicos ricos en almidón, quitina, polisacáridos, entre otras sustancias, que se pueden aprovechar en su producción.

En suma, esta propuesta de aula toma como eje metodológico el enfoque cualitativo de tipo descriptivo. A través de esta estrategia, el papel del docente es el de “ayudar a transformar la realidad a través de dos procesos: conocer y actuar, pues su finalidad es práctica, en la cual los participantes puedan dar respuesta a un problema a partir de sus propios recursos” (Colmenares, 2012), esto por medio de la estrategia pedagógica “trabajo por proyectos”. Durante la implementación se evidencia: la construcción de un portafolios para la recolección de datos, la revisión de textos documentales, el trabajo de campo desarrollado por los participantes de la investigación y la socialización de sus creaciones.

## Contextualización teórica

Esta propuesta tiene su origen en la enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque CTSA. Particularmente, para este caso la estrategia pedagógica fue: “trabajo por proyectos” en vía de la transformación de materia orgánica en bioplásticos. A continuación, se presenta la revisión bibliográfica estructurante para la investigación.

### Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTSA):

La corriente de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en el campo de la educación “pretende que los estudiantes comprendan la relación entre la ciencia y la tecnología y su contexto socioambiental a través de la alfabetización científica y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas de la sociedad” (Solbes *et al.*, 2016).

La educación en el marco CTSA favorece el aprendizaje de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas y fortalece estos procesos en el aula a través de la participación democrática en ciencia y tecnología (Martín y Gordillo, 2003).

Además, la educación en tecnología en la enseñanza básica ha gestado la importancia de proponer alternativas que involucren una perspectiva CTSA que contemple diferentes líneas de formación, como: “un enfoque constructivista del aprendizaje; abordar problemas socio-técnicos relevantes para los estudiantes; situar estos problemas en contextos específicos; introducir el análisis socio-filosófico, ético, político, económico, en estos problemas; promover el desarrollo de capacidades necesarias para argumentar en torno a la toma de decisiones sobre cuestiones CTs, etc.” (Acevedo, 1996).

### Bioplásticos:

La organización *European Bioplastics* define a los bioplásticos como plásticos que son biobasados, biodegradables, o que reúnen ambas características, además son plásticos cuya constitución total proviene de: a) Materias primas de origen renovable y que resultan biodegradables b) Materias primas de origen renovable y que no resultan biodegradable, o c) Materias primas de origen petroquímico y que resultan biodegradable (Vásquez *et al.*, 2018).

Los plásticos biobasados son aquellos que se fabrican a partir de la biomasa –la materia orgánica que compone a los seres vivos– de recursos naturales renovables, generalmente plantas, algas y microorganismos (Vásquez *et al.*, 2018), que, en el caso de productos de desechos, son materia prima para su elaboración.

A lo largo del estudio de materias primas que puedan reemplazar el uso del plástico, se ha determinado que un elemento esencial para la elaboración de los bioplásticos es el almidón. Este se almacena en cloroplastos en forma de gránulos y en órganos y es utilizado como parte de las fuentes primarias para la elaboración de bioplásticos al favorecer la consistencia de los materiales (Vásquez *et al.*, 2018).

### Trabajo por proyectos desde el enfoque CTSA

El “trabajo por proyectos”, en el contexto escolar, es una forma de organización del currículo en estrecha relación con una perspectiva de construcción del conocimiento globalizado y relacional (Minaña, 1999), por lo que se convierte en una buena manera de lograr la tan deseada integralidad que se propone con la aplicación de la reorganización curricular, en la que se hace énfasis especial en las herramientas para la vida y en la base común de aprendizajes esenciales. Este es el caso de la propuesta de trabajo liderada por estudiantes, con el objetivo de ampliar el conocimiento colectivo sobre el entorno (Barreto, 2014). Así, en un trabajo en equipo entre estudiantes y maestro, se ha de plantear, diseñar, hacer el seguimiento, indagar y analizar sus propios resultados a la luz de los objetivos que hayan planteado. Un proyecto escolar combina el estudio empírico con la consulta bibliográfica y puede incluir propuestas y/o acciones de cambio en el ámbito social (LaCueva, 1998).

Los proyectos escolares han de surgir desde las necesidades evidenciadas por los estudiantes en su contexto. Pero lograr identificar dichas problemáticas implica que

el maestro suscite espacios para observar, cuestionar e interrogar situaciones cotidianas y a partir de allí, interesar a los estudiantes por los problemas de estudio identificados.

A partir de lo anterior, se genera un escenario propicio para el trabajo a través de proyectos, que posibilita: problematizar fenómenos de manera interdisciplinar hacia posibles soluciones y, como elemento secundario, el trabajo cooperativo entre estudiantes (Chacón *et. al.*, 2012); de tal forma que favorecer el trabajo por proyectos a través de la perspectiva CTSa, estimula lo que se ha denominado una educación científica relevante para todos, es decir, una educación “en contexto” que provee la tecnología y la sociedad (Vázquez y Manassero, 2012).

Una vez definido el problema que se quiere abordar en cada proyecto, el equipo a cargo lo identifica más claramente, lo delimita, explora posibilidades para estudiarlo mejor y resolverlo; y en deliberaciones individuales y grupales se deben elegir las estrategias a seguir, para finalmente llevarlas a la práctica mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiadas (Jessup *et al.*, 2000). Cuando el grupo de estudiantes elige el tema del proyecto a abordar permite evidenciar las ideas previas y les ayuda a construir sus nuevos conocimientos a partir de su contexto, adquirir habilidades de distinto rango cognitivo, promover actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas y acercar a los ámbitos de conocimiento científico y cotidiano, capacitando al estudiante para resolver situaciones problemáticas (Perales, 1998).

### Ruta metodológica:

Esta propuesta se desarrolla en tres fases, la primera: la contextualización bajo el método Territorii; la segunda la intervención en el aula, y la tercera, la interpretación de los resultados. A continuación, se describen en detalle:

## Fase I: Contextualización

Se desarrolla bajo la caracterización del lugar y la población a trabajar, bajo el método Territorio y el diseño de investigación:

### Método Territorii:

El Método Territorii es un “método geográfico para incorporar en investigaciones interdisciplinarias que se logra a través de la interpretación y aplicación del método, a partir de las bases teóricas que lo sustentan, las cuales son el territorio y lo que estos constituyen como lo son: los territorios legales, reales, vividos, pensados y posibles” (Bozzano, 2009), que aporta bases conceptuales territoriales de soporte a la normalización y sistematización de resultados, fruto de procesos de sistematización y socialización de los territorios.

Desde los “territorios legales”, Bogotá es “el principal centro geográfico, político, industrial, económico y cultural del país al ser la sede del Gobierno Nacional y la más extensa de las ciudades de Colombia” (Alcaldía Mayor de Bogotá, s. f.), convirtiéndose en el epicentro de ciudadanos de todo el territorio que migran hacia ella, en busca de nuevas posibilidades de vida. Aquí se concentra el 17% de la población total de la nación (6,4 millones de habitantes), con la característica de poseer los más altos índices educativos (Universidad Francisco José de Caldas, s. f).

La capital de Colombia cuenta con una división administrativa de 20 localidades o distritos para ofrecer a los ciudadanos redes de servicios públicos como infraestructura vial, entretenimiento y abastecimiento de productos (Alcaldía Mayor de Bogotá, s. f.). Este proyecto de investigación se desarrolla en una de estas localidades, llamada Suba (Mapa N°1, numeral 11), en la cual se encuentra el Colegio San Nicolás de Tolentino.



Mapa N° 1. División administrativa de las 20 localidades de la ciudad de Bogotá D.C.

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá (s. f.)

La localidad de Suba está en el norte de Bogotá y su característica principal son las zonas verdes, cuerpos hídricos protegidos como los humedales, destacándose los cerros de Suba y La Conejera, sin dejar de lado que hay una amplia zona residencial, industrias, comercio y servicios recreativos. Se destaca por ser la más poblada con más de un millón de habitantes (Alcaldía Mayor de Bogotá, s. f.).

En relación con los “territorios vivos”, “La afectación que padece en la actualidad Suba, se debe primordialmente a la falta del manejo adecuado de los residuos sólidos, porque afecta no solo al hombre y su entorno, sino que también tendrá impactos negativos en el medio ambiente” (CLGR-CC, 2018). A partir de lo anterior, es necesario establecer estrategias para cuidar y preservar las condiciones ambientales de esta localidad.

Frente a la anterior necesidad, las instituciones educativas tienen una gran tarea, en este caso el Colegio San Nicolás de Tolentino a través de su proyecto ambiental “Los semilleros de San Nico” favorecen la implementación de las tres R (reducir, reutilizar y reciclar) con miras a desarrollar concienciación y participación social hacia el cuidado y conservación del ambiente; de esta manera contribuyen a cubrir una de las necesidades de la localidad de Suba.

En concordancia con los territorios vivos, los “territorios pensados” deben propiciar acciones directas y

prácticas educativas que incentiven la reducción del deterioro de los humedales en la localidad de Suba, por lo cual toda estrategia que favorezca dichos propósitos es primordial. Así pues, reducir el consumo y transformar los residuos sólidos, contribuye significativamente al cuidado del ambiente, además de incentivar en los estudiantes y comunidad educativa la posibilidad de pensar en una localidad diferente, con ciudadanos crítico-reflexivos, cuyas actitudes demuestren valor por la naturaleza y su territorio.

Desde los “territorios posibles” la

[...] orientación de la formación de estudiantes sobre las realidades ambientales y los contextos locales, permiten fortalecer un trabajo integral y dialogante, entre las diferentes áreas del conocimiento (interdisciplinar), así como el reconocimiento y diálogo con los actores y saberes locales, constituyéndose en un aporte a la toma de decisiones ciudadanas ambientalmente responsables. (Tuay-Sigua *et al.*, 2016).

Así, la propuesta de investigación no solo pretende la reducción de los residuos, sino también el uso y la transformación de los desechos orgánicos, fruto de la alimentación humana, a través de la elaboración de plástico biodegradable.

## Diseño de investigación:

### a. Tipo de investigación:

Esta investigación se desarrolla bajo el enfoque cualitativo de tipo descriptivo, el cual consiste en “recopilar datos en situaciones reales por interacción con personas seleccionada en su propio entorno” (McMillan y Schumacher, 2005); cabe señalar además que este tipo de investigación describe y analiza los pensamientos y percepciones originadas en situaciones en contexto de los individuos o las comunidades, lo que se fundamenta en la intervención en el aula y el trabajo realizado por los estudiantes.

Una investigación desde el enfoque de investigación cualitativa privilegia las descripciones de textos, imá-

genes, portafolios y material elaborado por los estudiantes (McMillan y Schumacher, 2005), esto como la posibilidad de generar investigación educativa de tipo académico.

### Fase II: Práctica pedagógica en el aula:

La intervención se plantea desde la estrategia metodológica: “Trabajo por proyectos” dentro del modelo pedagógico de la institución.

### Trabajo por Proyectos:

El proyecto de aula se desarrolló en cuatro momentos estructurados de la siguiente forma:

Acción	Descripción	Manos a la obra	Registro
Observar, interrogar y definir el problema de estudio	Se propone que los estudiantes identifiquen algunas situaciones cotidianas que sean problemáticas, de alto impacto en el barrio y colegio. Luego de observaciones y de múltiples preguntas entre grupos de trabajo, se determina que el mayor problema es de origen ambiental, vinculado con la producción excesiva de residuos.	Construcción de una cartografía social del barrio donde se señalen las principales problemáticas de mayor impacto para la comunidad.	Mapa del barrio donde se evidencian las problemáticas de mayor impacto.
Aproximaciones conceptuales alrededor de la situación problema	En trabajo en equipo entre el docente-estudiantes y estudiantes-estudiantes se realiza la fundamentación conceptual sobre el objeto de estudio por medio de lecturas sugeridas y la búsqueda de bibliografía. Además, de generar puntos de comparación y de controversia en la construcción de conocimiento sobre la elaboración de bioplásticos.	Búsqueda de información y sistematización de las características principales de los bioplásticos, propiedades de las cáscaras de fruta e impacto ambiental de este tipo de materiales .	Organizadores gráficos que dan cuenta de la abstracción de ideas.  Formulación de los antecedentes del problema.
Formulación del proyecto de investigación	Los grupos cooperativos definen la pregunta problema, la hipótesis y los objetivos. Posteriormente, la consolidación y profundización teórica sobre la producción de bioplástico y las materias primas para su elaboración.	Espiral de la creatividad.	Proyectos bioplásticos.
Trabajo experimental	Se trabaja en ejercicios experimentales para comprobar, proponer y ejecutar las técnicas más adecuadas para la elaboración de bioplásticos a partir de materia orgánica.	Experimentación: Alternativas para elaborar bioplásticos.	Pre - informes e informes de laboratorio. Diagramas de flujo.
Planteamiento de alternativas de solución al problema de estudio	Como solución al problema de estudio, los estudiantes proponer como alternativa para reducir el consumo de plástico tradicional, la elaboración de bioplásticos a partir de materias primas orgánicas.	Socialización del proyecto plásticos biodegradables y muestras de las bolsas finales.	Registro fotográfico y bolsas biodegradables.

Tabla n° 1. Descripción de los momentos llevados a cabo durante la propuesta de intervención en el aula

### Fase III: Resultados e interpretación

En consonancia con los elementos planteados para el desarrollo de la intervención en el aula, se plantean y describen los resultados y el análisis de los momentos estructurantes de la estrategia pedagógica: “Trabajo por proyecto” en el marco de la propuesta de aula, enfocada en la reducción de plásticos tradicional.

### Resultados

A partir de las fases de trabajo planteadas en la metodología, se presentan a continuación los resultados:

#### a. Delimitación del problema de estudio. Un camino que surge de la observación y exploración del contexto

En este momento los jóvenes identifican las principales problemáticas ambientales de su barrio. En el mapa del barrio se destacan los puntos de aglomeración de basuras tanto en las calles como en el colegio, lo que les permite deducir la necesidad de proponer soluciones frente a la separación de los residuos en la fuente y

el manejo que se les puede dar, con el fin de mitigar el impacto ambiental, esto se puede concluir al final de la cartografía social elaborada (ver imagen n°1).

La construcción de una cartografía social como estrategia en los procesos de enseñanza en el campo de las ciencias naturales posibilita la comprensión sistemática del problema de estudio, porque a través de “la cartografía social se estudian los procedimientos en obtención de datos sobre el trazado del territorio, para su posterior representación técnica y artística, y los mapas como uno de los sistemas predominantes de comunicación de ésta” (Habegger y Mancila, 2006). Como se observa en la representación cartográfica desarrollada por los estudiantes, los diferentes grupos representan lugares que para ellos son importantes como el colegio, zonas verdes, el polideportivo, la tienda; donde es posible inferir que vinculan la dinámica ambiental y social propia de su contexto. De esta manera, los educandos determinan las dinámicas sociales de su contexto (barrio) incluyendo el colegio como elemento importante y las posibles relaciones que ellos establecen desde y en la apropiación del contexto.

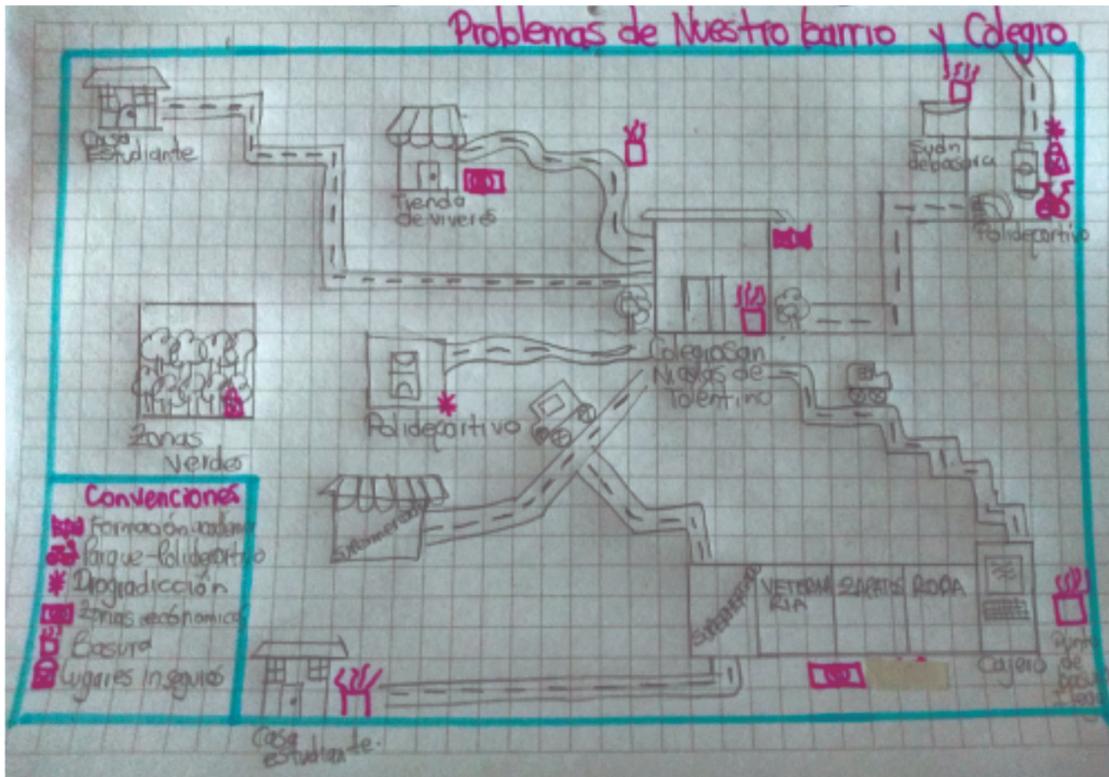


Imagen N° 1. Representación de cartografía social de uno de los grupos de trabajo de estudiantes del colegio San Nicolás de Tolentino (Suba)

De acuerdo con los ejercicios de cartografía social elaborados por los estudiantes, podemos deducir que los aprendices identifican y analizan su territorio haciendo uso de diferentes categorías relacionadas con lo económico, social, cultural, deportivo, ambiental, los riesgos para la comunidad y los espacios de formación académica, que, aunque no son homogéneas en todos los casos, sí se evidencia que la característica es predominante (ver imagen N° 1). Con relación a lo económico resaltan los puntos relacionados con las tiendas de barrio, los cajeros y el comercio; en lo social, se identifican las zonas deportivas, como los parques, las canchas de fútbol y centros deportivos de interés en las zonas circundantes a sus casas y donde la institución educativa también es protagonista; en las zonas de riesgo para la comunidad se resaltan los parques, que aunque son espacios de socialización también están influenciados por el consumo de drogas, lo que hace que se conviertan en espacios poco seguros, en algunas horas del día, según explican los estudiantes al socializar el ejercicio. En relación con el aspecto ambiental se evidencia que en diferentes zonas del territorio hay focos de basuras y mal manejo de los residuos no sólo en el barrio sino en el plantel educativo; por último, se identifica el colegio como el único lugar representativo de los estudiantes para la formación académica.

Posteriormente, se socializa la representación cartográfica social de cada uno de los grupos; resalta que cada grafía tiene características particulares, y se priorizan unos aspectos más que otros. Además, se destaca que los estudiantes identifican puntos de contaminación marcados y en común en los alrededores y dentro del colegio, esto no es un hecho desconocido, sino desde la caracterización del territorio de Suba, es un problema latente, la “falta de manejo adecuado de los residuos sólidos... afecta no sólo al hombre y su entorno, sino que también tendrá impactos negativos en el medio ambiente[...]” (CLGR-CC, 2018) y por lo cual es urgente generar acciones concretas para su reducción.

A partir de las características de la cartografía social en términos de problemáticas ambientales, los estudiantes

junto con el docente seleccionan el fenómeno de estudio más recurrente en su contexto desde el que se desarrolló un proyecto; para este caso, se relaciona con la generación de los residuos sólidos y su poco tratamiento desde la fuente hasta la recolección de la basura en los contenedores. Entonces, se puede deducir que los estudiantes recurren a la observación y a sus experiencias en el colegio para materializar una propuesta ambiental, con lo que surgen unas primeras reflexiones en torno al consumo excesivo de polímeros (plásticos) y la generación de residuos orgánicos por parte de la comunidad estudiantil, después de los descansos durante la jornada académica. Esto provoca gran preocupación sobre los efectos del poco o nulo tratamiento de este tipo de residuos, debido a su prolongado tiempo de degradación, por lo que se hace necesario plantear posibles soluciones que reduzcan la contaminación ambiental causada por estos materiales.

En suma, la cartografía social permitió que los estudiantes logaran identificar el eje de estudio, permitiéndoles focalizar su centro de interés y, así mismo, pensarse como sujetos participes de las propias transformaciones de las realidades de su contexto en relación con el consumo, producción y acumulación de residuos, lo cual permitió reflexionar sobre la importancia de favorecer procesos de una “Educación de calidad”, capaz de transformar contextos y de generar estrategias que aporten a la sociedad.

#### **b. Aproximaciones conceptuales alrededor de la situación problema:**

En el rastreo inicial acerca del problema de estudio propuesto y justificado por los estudiantes se refleja la nula existencia de documentación que regule el uso y manejo de los residuos producidos en la institución educativa; esto se puede analizar en la matriz de recolección y triangulación de la información, en la que se puede observar la interrelación de elementos para el desarrollo de la propuesta en el abordaje del problema de estudio (problema, objetivos, hipótesis, metodología y actividades). Ver Imagen N°2.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO (AMPLIAR ESTE CUADRO CON TODAS LAS ACTIVIDADES NECESARIAS)	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>VR APROX EN PESOS</b>
Primer, segundo y tercer trabajo de campo	120.000 pesos
1 kilo de mango	5.000 pesos
1 kilo de naranja	5.000 pesos
Equipamiento para sellar	1.200 pesos
Máquina para sellar	240.000 pesos
Experimentos y lecturas	110.000 pesos
Otros materiales	50.000 pesos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS ¿Qué queremos hacer?	ACTIVIDADES ¿Qué hacemos?	INDICADOR DE GESTIÓN ¿Cómo lo evidenciamos?	META ¿Qué vamos a lograr?	RESPONSABLE	ESPACIO
Indagar sobre plástico biodegradables a base de las cáscaras de desechos sólidos para sustituir a los plásticos convencionales con el fin de reducir la contaminación ambiental	Indagar en páginas web, libros, experimentos o documentales sobre los plásticos biodegradables y como ayudan a reducir la contaminación	Búsquedas de lecturas anexadas en una carpeta investigativa	Poder indagar y entender el tema Que el 98% de los estudiantes tengan mapas sobre el plástico biodegradable en los cuadernos que tengan el conocimiento sobre este	Todos los integrantes del grupo	Casa bibliotecas e institución educativa
	Buscar ventajas y desventajas de la cascara de mango y plátano	Realizar tareas e investigaciones fuera de la institución general	Logramos entender temas por distintos medios Que el 95% de los estudiantes realicen el cuadro y conozcan las ventajas.....	Todos los integrantes del grupo	Sitios e instituciones relacionadas con el proyecto

Imagen N°2. Matriz proyecto bioplásticos elaborada por los estudiantes

Dentro de las aproximaciones que los equipos logran consolidar, por un lado se evidencia una alta tasa de producción de residuos y por el otro la acumulación de bolsas de plástico de difícil degradación, hecho que los invitó a reflexionar sobre el aprovechamiento de estas basuras en la formulación de un proyecto sostenible. De este modo, se hizo evidente cómo la exploración de los conceptos propios de las ciencias naturales sobre la composición de los residuos le permite a los estudiantes identificar posibles alternativas de solución, a partir del conocimiento científico escolar adquirido en su formación; así mismo la adquisición de herramientas lleva a los alumnos a la formulación de preguntas, planteamiento de hipótesis, búsqueda de información y contraste entre su postura y la de otros compañeros.

En este caso, los estudiantes empiezan a tomar sus primeras decisiones con base en sus intereses y la problemática relacionada con las formas de producir bioplásticos; por un lado, para aprovechar algunos residuos orgánicos y, por el otro, para plantear alternativas de producción y uso de plásticos biodegradables. A partir de estas construcciones, se puede afirmar que el problema de estudio surgió de la realidad del contexto, lo que posibilitó la formulación y diseño de un trabajo de investigación escolar en el cual, por supuesto, existe una consolidación de una propuesta que “pasa por etapas como la del consenso, negociación y conflicto; donde el papel del docente será el de proporcionar materiales conceptuales y experimentales, para el establecimiento de puentes argumentativos” (Osorio, 2005).

De modo que la posibilidad de contextualizar los ejes de estudio en el ejercicio del aula permite a los estudiantes aplicar los conocimientos escolares del ámbito científico

y tecnológico en el planteamiento de soluciones concretas de su entorno, por tal razón se puede afirmar que el desarrollo de propuestas desde el enfoque CTSa, posibilita la formación de una cultura científica, dispuesta a responder a las necesidades del territorio.

Por otro lado, se evidencia que los estudiantes, al abordar lecturas relacionadas con materias primas orgánicas, por ejemplo las propiedades de la cáscara de naranja y plátano, empiezan a construir mapas conceptuales sobre estas; de igual manera los estudiantes empiezan a identificar las posibles características para generar plástico biodegradable, además de acudir a otras fuentes, diferentes a las sugeridas por el maestro, como posibles reactivos que motivan la búsqueda de alternativas sobre el uso de material orgánico para la elaboración de productos biodegradables, posibilitando, la reflexión sobre, la importancia de las ciencias naturales en la construcción de conocimiento científico a partir de los contextos de la escuela. En otras palabras, pensar y reflexionar desde los maestros y los estudiantes que la ciencia es una actividad cultural, “capaz de transformar la realidad y que está en constante construcción” (Chaparro y Orozco, 1998) a partir de los sujetos involucrados.

La indagación de información, junto con la reflexión de los estudiantes sobre la problemática, favoreció una concienciación sobre la necesidad urgente de plantear estrategias y acciones encaminadas a reducir y mitigar el impacto humano sobre la Tierra desde el uso excesivo de los plásticos.

Lo anterior se desarrolló a través de la estrategia pedagógica del “portafolio”, que permitió la construcción de conocimiento desde tres ejes: “construcción social”,

consecuencias de la ciencia y la tecnología y control social de la ciencia y la tecnología” (Osorio *et al.*, 2005), enfatizando en dos planteamientos: la ciencia como una actividad cultural y el conocimiento que se construye a partir de las preguntas, reflexiones y planteamientos que se proponen, en este caso desde las inquietudes, alcances y reflexiones de los estudiantes.

Al analizar los portafolios, se puede concluir que los estudiantes fueron más allá de las orientaciones dadas por el maestro, puesto que hay consultas particulares que se enfocaron no solo en el tema del plástico y las materias primas, sino en las investigaciones científicas acerca de la elaboración de bioplásticos a partir de materia orgánica en la que se articulan los dos elementos iniciales del manejo de los residuos en la institución. A su vez, las consultas desarrolladas en buscadores como Google académico y documentos en PDF, generaron un conjunto de actitudes que favorecieron la rigurosidad, la selección de información y el diseño de sus primeras alternativas de solución.

### c. Formulación del proyecto de investigación

En este apartado, se reflexiona sobre la importancia de la observación en el proceso de la investigación dirigida; esta permite un ejercicio de reconocimiento de la situación problema que en conjunto con la aplicación de técnicas como la cartografía se logra identificar las necesidades del territorio, establecer un diálogo entre pares y proponer un territorio posible. Así mismo, la búsqueda en fuentes de información sobre los componentes del plástico, la identificación de las implicaciones del uso de polímero sintético y las características del biopolímero cuyo proceso de degradación es amigable con el ambiente, dio apertura a la consolidación de un proyecto escolar, en el que los estudiantes formularon un proyecto de investigación y desde el cual se aproximan al planteamiento de alternativas de solución a la problemática ambiental.

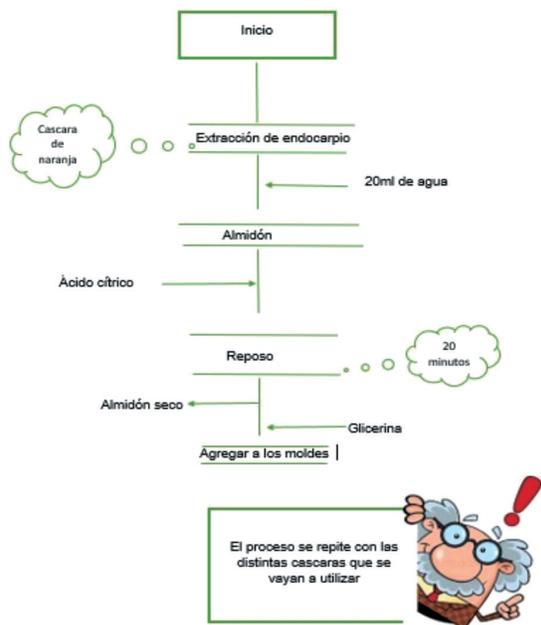
En la construcción de los proyectos fue crucial el conocimiento escolar adquirido por los estudiantes respecto a los componentes de los residuos orgánicos, porque les permitió identificar las características físicas y químicas que contribuyen en la fabricación de bioplásticos, y, por tanto, la toma de decisiones frente a la selección del material más indicado para su elaboración. Los materiales más utilizados por los aprendices fueron: la cáscara de la naranja, de mango, yuca y aguacate, cuyas propiedades son ideales para la producción de este plástico biodegradable. Así las propuestas pedagógicas cobran relevancia, dado que provocan curiosidad, motivación y

la toma de decisiones ciudadanas a favor del ambiente que en un lapso desarrollan sociedades sostenibles, ya que este tipo de productos al ser biodegradables contribuye en la disminución de contaminantes; y, por tanto, favorece la calidad de vida de las comunidades biológicas y sociales.

En síntesis, la formulación del proyecto es el resultado de la delimitación del problema, la construcción de una pregunta de investigación, el planteamiento de objetivos, el reconocimiento de los antecedentes y el diálogo de saberes que aproximaron a los estudiantes a nivel conceptual y práctico en la elaboración de bioplásticos como una alternativa para solucionar el impacto ambiental que genera el uso de una bolsa sintética de un solo uso, el aprovechamiento de los residuos orgánicos y a su vez como una posibilidad para generar a largo plazo una unidad productiva. En este sentido, el trabajo por proyectos fomenta el aprendizaje que va desde las técnicas a otras más complejas como las destrezas y las estrategias (Meinardí y Sztrajman, 2015), esto permite afirmar que en la formulación del proyecto los estudiantes lograron desarrollar técnicas para interpretar la información, destrezas que implicaron la observación y la selección y, por último, las estrategias en las que se demostró el interés por un tema, con sus hipótesis y variables, el razonamiento de diferentes teorías en la explicación del problema, la organización de conceptos, la interpretación de gráficos, la experimentación y la comunicación de los datos. En resumen, el planteamiento del problema es el hilo conductor de la investigación desarrollada por los estudiantes.

### d. Trabajo experimental

El trabajo experimental da cuenta de los criterios que los estudiantes han tenido en cuenta para explicar conceptualmente los principios sobre la fabricación de bioplástico. En este punto se evidenció en principio una consulta y análisis de las fuentes de información muy genérica y, por tanto, no se tenía un dominio en la fase experimental. Por lo anterior, la experimentación le exigió al grupo fortalecer los conocimientos alrededor del tema, delimitar información y tomar decisiones respecto a las proporciones exactas de los reactivos para obtener una bolsa biodegradable que fuera práctica, resistente y funcional (ver imagen N°3). De igual forma, podemos afirmar que el trabajo experimental pone en conflicto al estudiante entre aquello que conoce y desconoce, invitándole a plantearse nuevas formas de solucionar las limitaciones que surgen en la experimentación, proponer un paso a paso para su fabricación y complejizar su conocimiento alrededor del bioplástico.



**Imagen N°3.** Diagramas de flujo sobre prácticas de laboratorio para la elaboración de bioplásticos

A medida que los aprendices fueron profundizando en el reconocimiento del bioplástico como alternativa ambiental, se alcanzó a comprender las relaciones que subyacen a su producción y en las que se establece una relación entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, porque se reconocen los respectivos aportes que permiten establecer criterios para elaborar bioplásticos de mejor calidad; esto se puede sustentar en las mejoras que se evidenciaron con cada nueva experiencia. Por lo cual, se afirma que el hecho de brindar una educación de calidad está enmarcada en proporcionar herramientas teóricas y prácticas, que contribuyen en el fortalecimiento de un pensamiento crítico en los estudiante, cuyas decisiones consientes generan un impacto positivo en la sociedad, apoyados siempre en las necesidades individuales y colectivas a favor del ambiente. Al mismo tiempo, las prácticas experienciales son un pilar que aporta significativamente en la formación en ciencias en niveles de formación básica y media.

Así de manera autónoma, esta propuesta se caracteriza por ser dinamizada por la acción de los participantes cuyas significaciones e interpretaciones personales guían el proceso investigativo y desarrollan prácticas descriptivas textuales de lo observado en la elaboración

de los plásticos biodegradables, sin olvidar el sentido propio y social por el que surge la propuesta.

Los trabajos prácticos experimentales desarrollados en esta propuesta favorecen la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, dado que estos permiten un conocimiento vivencial acerca de un fenómeno, la interpretación de variables, el contraste de hipótesis, el manejo de instrumentos de medida y el uso de técnicas que constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo (Caamaño, 2003). Esto para ilustrar: la actividad experimental, centrada en la producción de plástico biodegradable con cáscaras de diferentes frutas, favorece un acercamiento por parte del estudiante al fenómeno de estudio, además de permitir el manejo de variables, la formulación y reformulación de hipótesis con base en los resultados arrojados, en las técnicas y por supuesto el trabajo en equipo que fortalece el aprendizaje de las ciencias naturales.

La fase experimental desarrollada por los estudiantes en la elaboración del plástico biodegradable y la manipulación de los reactivos orgánicos permitió explorar varios materiales y producir bioplásticos que en algunos casos no tenían las condiciones de resistencia y durabilidad, lo que estimuló la creatividad y el desarrollo de ideas, predicciones entre las relaciones entre los materiales, las cantidades y las características del producto final para obtener un producto de mayor calidad.

En suma, las prácticas experienciales son una oportunidad para que los aprendices fortalezcan las competencias: interpretativa, argumentativa y propositiva, puesto que al decantar los elementos que desempeñan un papel en la elaboración de bioplásticos, el identificar los tiempos de degradación de los plásticos sintéticos vs los plásticos biodegradables, la toma de decisiones basadas en hechos científicos y la reflexión alrededor del impacto sobre su degradación en el ambiente, posibilitan la toma de decisiones a favor del ambiente.

#### e. Planteamiento de alternativas de solución al problema

Este último momento da cuenta de la aplicación del conocimiento científico escolar tanto conceptual como práctico en la producción de tecnologías limpias, a partir de la elaboración de bioplástico de fácil descomposición (ver imagen N° 4), cuyo uso permite el desarrollo de ciudades sostenibles.



**Imagen N°4.** Bolsas biodegradables elaboradas por los estudiantes

En la presentación de las unidades productivas establecidas en su proyecto escolar, se puede evidenciar la trascendencia entre los saberes empíricos y la configuración de argumentos que contemplan vocabulario y dominio técnico científico de conceptos tales como el de polímeros y biopolímeros que facilitan o dificultan la descomposición del material, incentivando la promoción de alternativas de solución, tales como el aprovechamiento de los residuos orgánicos cuyas propiedades aportan elementos significativos para la producción de bioplásticos. Esta propuesta beneficia a corto, mediano y largo plazo la conservación y protección de un ambiente sano donde las comunidades biológicas coexisten.

Las alternativas de solución elaboradas por los estudiantes dan cuenta de las reflexiones que se han entretendido a nivel individual y colectivo sobre el uso de plástico sintético en las diferentes actividades humanas y su carácter lesivo para la conservación de la vida en el planeta. En efecto, en la socialización manifiestan la posibilidad de utilizar bioplástico, evitar el uso de bolsas sintéticas y motivar a la comunidad Colegio San Nicolás a su uso, aprovechando el potencial que se desarrolla a partir de la fabricación de este producto. Por lo tanto, esta propuesta de aula se convierte en una dinámica innovadora trascendental en los procesos de formación básica; ello aporta elementos significativos a los objetivos de desarrollo sostenible, en especial el de “educación de calidad” y “producción y consumo responsable”, en los que no se restrinjan esfuerzos para el fortalecimiento del territorio.

Para finalizar, es necesario precisar sobre la labor del docente como un sujeto que acompaña, dirige, negocia y establece criterios en común para comprender el fenómeno de estudio. Por tal razón, el maestro es responsable no solo del desarrollo de un contenido temático, si no también del fortalecimiento de competencias de sus estudiantes y las propias, con el fin de brindar herramientas desde una perspectiva interdisciplinaria, tales como, el enfoque CTSA, que permitirá el desarrollo de los objetivos trazados en esta investigación.

## Conclusiones

Los estudiantes comprenden y toman una postura argumentativa y propositiva sobre la importancia de la fabricación de bioplásticos a partir de la reflexión de los objetivos de desarrollo sostenible “Educación de calidad” y “producción y consumo responsable”, por un lado, a partir de la construcción conceptual sobre la degradación de polímeros y biopolímeros de los plásticos y, en segundo lugar, la importancia de crear nuevas alternativas para su uso, favoreciendo la toma de conciencia sobre la degradación del ambiente en el planeta, lo que indica que con este tipo de procesos se pueden adquirir las herramientas conceptuales y prácticas para la toma de decisiones en el marco de la formación ciudadana.

La fabricación de plásticos biodegradables permite la aplicación de las herramientas conceptuales y prácticas en las relaciones que se establecen entre la ciencia y la tecnología, para plantear soluciones eficaces en la resolución de un problema relacionado con el manejo de los residuos orgánicos y la reducción de polímeros en las actividades cotidianas.

La configuración de un pensamiento sistemático descentraliza el conocimiento científico e irrumpe en la formación de una educación científica antropocéntrica, al permitirle al estudiante evaluar las incidencias que implica un buen o mal manejo de los residuos sobre las formas de vida, dado que el impacto trae consecuencias irreparables sobre los organismos que habitan el planeta. Es fundamental ubicar la ciencia y la tecnología en el plano de lo social y reconocer que todos hacen parte del cambio y que, por ende, la formación de ciudadanos que valoren la naturaleza posibilite transformaciones en la cultura de explotación y consumo, para darle paso a sujetos críticos reflexivos que participen conscientemente en aquello llamado cuestiones socio-científicas.

## Referencias

- Acevedo, J. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS: Una cuestión problemática. *Ciencia, Tecnología e Innovación*, 5.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.). Bogotá y sus localidades. <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades>
- Barreto, J. (2014). *El trabajo por proyectos CTSa como motivador del interés hacia las ciencias naturales en secundaria*. Universidad Nacional de Colombia.
- Bozzano, H. (2009, November) Territorios: *El Método Territorii. Una mirada territorial a proyectos e investigaciones no siempre territoriales*. 8th International Conference of Territorial Intelligence. ENTI. Salerno.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En: M. Jimenez (coord), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Graó.
- Chacón, M; Chacón, C., y Alcedo, Y. (2012). Los proyectos de aprendizaje en la formación interdisciplinar. *Investigación educativa*, 10. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1405-6666&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_serial&pid=1405-6666&lng=es&nrm=iso)
- Chaparro, C y Orozco, J. (1998). Conocimiento científico, escuela y cultura. *Planteamientos en Educación*, 3(1). Escuela Pedagógica Experimental.
- CLGR-CC (2018). Localidad de Suba - Caracterización General de Escenarios de Riesgo. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Conde, G. (2017). *Propuesta de caso simulado bajo enfoque Ciencia, Tecnología, sociedad y Medio ambiente (CTSa) en la enseñanza del primer curso de Bachillerato de Física y química*. [Tesis de maestría publicada, Universidad Internacional de la Rioja]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/694>
- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción-participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, Vol. 3, No. 1, 102-115
- Habegger, S. y Mancila, I. (2006). El poder de la cartografía social en las prácticas contrahegemónicas: la cartografía social como estrategia para diagnosticar nuestro territorio. Málaga: Universidad de Málaga
- Jessup, M.; Oviedo, P. y Castellanos, R. (2000). La resolución de problemas y la educación en ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes.*, N° 15. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PYS/article/view/6004/4978>
- Lacueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación*, Biblioteca Virtual Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (16), 165- 187.
- Martín-Gordillo, M (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 377-398.
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). Introducción al diseño de investigación cualitativa. En: J. McMillan y S. Schumacher (eds.), *Investigación Educativa* (pp. 399-402). Pearson Educación.
- Meinardí, E., y Sztrajman, J. (2015). De la pedagogía por proyectos a la estrategia de proyectos: continuidad y cambio. En A. Gómez, y M. Quintanilla, *La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos*. Conicyd.
- Minaña, C. (1999). *El método de Proyectos*. Colombia. [http://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo\\_proyectos.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo_proyectos.pdf)
- Osorio, M., Cuartas, M. y Muriel, J. (2005). Los temas bajo la Educación CTS. Manual de trabajo para docentes y estudiantes de educación básica y media. Universidad Del Valle.
- Perales, F. (1998) Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. *Educación y Pedagogía*. Mayo/Agosto Vol. 10, n° 21. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. (2019). Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-developmentgoals.html>
- Secretaría Distrital de Planeación. (2019). Informe de Gestión 2018. [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/planeacion/informe\\_de\\_gestion\\_2018.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/planeacion/informe_de_gestion_2018.pdf)
- Solbes, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència*. Valencia: Germania.
- Tuay-Sigua, R., Pérez, R. y Porras, Y. (2016). Propuesta didáctica para la formación de profesores desde la perspectiva de la sustentabilidad a partir de investigaciones con docentes de Escuelas Normales Superiores. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED.

Número Extraordinario. pp.1298-1305. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4740/3880>

Universidad Francisco José de Caldas. (s. f.). Características [entrada de blog]. <https://www1.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/caracteristicas/>

Vásquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M y Velasco, M. (2018). *Bioplásticos y plásticos degradables*.

Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. Asociación Nacional de Industrias del Plástico.

Vázquez, A. y Manassero, M. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1), 32-53.