



www.cafelabcolombia.com

Institución Educativa Municipal Montessori/sede San Francisco.
CAFELAB, un proyecto de sostenibilidad ambiental y tejido social
Copyright © 2017-2021.
Todos los derechos reservados.

CAFELAB COLOMBIA

Un proyecto de sostenibilidad
ambiental y tejido social

*Institución Educativa Municipal Montessori sede San
Francisco*

Pitalito Huila
Colombia

©

Antes de...

Por Ramón Majé Floriano

A pesar que el debate sobre qué deben aprender hoy en día los niños y niñas en la escuela está abierto, no parece que deba ser lo mismo que aprendieron, los que hoy son adultos. El consenso, en este sentido, es cada vez más amplio. Aparentemente, los sistemas educativos, configurados todavía en sus rasgos fundamentales para dar respuesta a la economía industrial, están encontrando muchas dificultades para aportar el valor que les exige la sociedad actual en una economía global basada en el conocimiento. Actualmente se tiene toda la información al alcance y no parece razonable malgastar energías en almacenarla en la memoria, cuando lo que se ha convertido en crítico es cómo discernir y qué hacer con la gran cantidad de información disponible. En este escenario, adquieren importancia los saberes necesarios para encontrar la información, comprenderla y analizarla críticamente.

Toma especial relevancia la capacidad de recombinar esta información y de utilizarla de manera creativa. Ganan valor las habilidades a la hora de comunicarse y colaborar para poder responder de manera innovadora y sostenible a los desafíos que

plantea un mundo tan cambiante, en una coyuntura tan compleja como la actual. No se sabe todavía demasiado bien cómo tendrá que ser la escuela del futuro, pero imaginarla de nuevo parece cada vez más prioritario para que, repensando las metodologías de enseñanza y aprendizaje, la organización escolar, las estrategias de evaluación y la colaboración con el entorno, los centros educativos puedan ser capaces de ofrecer las competencias que el siglo XXI exige a los ciudadanos. Se tienen escuelas que ya están ensayando respuestas a estas y otras preguntas, pero el reto no parece que pueda quedar resuelto con un proceso de reforma. La innovación que hay que cubrir plantea una transformación de mayor profundidad en el sistema educativo y, en último término, en la dinámica de la vida cotidiana de cada escuela.

De acuerdo a lo anterior, la Institución Educativa Municipal Montessori en Pitalito Huila quiso entrar en la dinámica de dar respuesta a las preguntas planteadas líneas anteriores; en ese sentido, este proyecto de investigación se consolida como una oportunidad para repensar el papel de la escuela en la formación integral del niño.

“No nos podemos contentar con dar de beber
a quienes ya tienen sed. También hay que dar
sed a quienes no quieren beber”

Meirieu, P. (2005)

Resumen de la propuesta.

Actualmente en el país existen una serie de problemas ambientales, siendo uno de los más importantes la excesiva generación de residuos sólidos. Al observar esta situación, se considera que las Instituciones Educativas deben cumplir un rol más dinámico y activo en el cuidado del medio ambiente, es por ello por lo que este proyecto busca involucrar a la comunidad educativa, para que cumpla un papel protagónico y activo en el cuidado del entorno y en consecuencia en el desarrollo sostenible de su contexto.

De acuerdo con lo anterior, la Institución Educativa Municipal Montessori sede San Francisco en Pitalito Huila, quiso entrar en la dinámica investigativa a través del estudio del producto que se consolida como la fuente de ingresos para todo el sector rural donde está localizada: el café. Al determinar que el proceso general del café demanda 9 grandes pasos, en la mitad de estos se producen grandes cantidades de subproductos, los cuales, en su gran mayoría son arrojados a las vertientes de agua, incinerados o simplemente utilizados para acabar con la vegetación de la zona. En ese sentido, el grupo de investigación CAFELAB tiene como objetivo contribuir a la disminución de la contaminación ambiental generada por los diversos subproductos del café, reincorporándolos a la cadena productiva en las veredas San Francisco, Holanda y Santa Inés del

municipio de Pitalito Huila. Las veredas mencionadas son focalizadas debido a que los estudiantes provienen de dichos sectores. En total se cuenta con una población objetivo de 357 estudiantes y 530 familias que se benefician directamente del proyecto.

Para cumplir con el objetivo central de investigación, el proyecto se dividió en dos grandes fases: la primera corresponde al diagnóstico, en la que se determina la disposición final de los subproductos del café (pulpa, mucílago, cascarilla, cuncho y tallos de café). Para esta fase se elaboró un cuestionario con ocho preguntas en la que se indagó por lo mencionado líneas anteriores. En la fase dos denominada: transferencia a la comunidad, los investigadores reincorporan los “residuos” a la cadena productiva a través de una idea de emprendimiento. En particular, se reutiliza la pulpa de café en dos sentidos: la elaboración de bebidas aromáticas y en la generación de energía eléctrica. Con la cascarilla de café se aprovecha su capacidad energética en la elaboración de briquetas. Con el cuncho del café se elaboran artesanías típicas de la región y obras pictóricas. Finalmente, se aprovechan los tallos de café en la fabricación de enseres como mesas, sillas y estantes para el hogar.

Gracias al proyecto de investigación, se planteó un cambio en la estructura curricular de la Institución, y se determinó que la formulación y resolución de problemas reales se consolida como el eje que permite al estudiante comprender su realidad para de esta manera ayudar a transformarla. De igual forma, el proyecto cumple

actualmente con una doble función: mostrar que la escuela se debe consolidar como el espacio donde se reconstruyen saberes a partir de la interacción directa con el contexto y segundo cumplir un rol activo en el cuidado del medio ambiente. Desde esta perspectiva, los retos a futuro serán:

- Afianzar los semilleros de investigación y crear nuevos nodos que apunten a la investigación del contexto de la región.
- Realizar alianzas estratégicas a nivel municipal, departamental y nacional para consolidar empresas sustentables donde los estudiantes y sus familias sean generadoras de empleo.
- Consolidar a CAFELAB como un centro de investigación surcolombiano, donde el currículo sea replicado a gran escala.

Es de destacar que el proyecto se ejecuta desde el año 2017 y tiene proyectado trabajarse de manera armónica con el tiempo previsto de los ODS.

Tabla de contenido

<i>Misión.</i> _____	17
<i>Visión.</i> _____	17
<i>Objetivos.</i> _____	18
<i>Inmersión</i> _____	19
<i>Transferencia</i> _____	61
<i>Comunicación</i> _____	73

Cafelab Colombia.

CAFELAB COLOMBIA es una organización pública que se desarrolla en el municipio de Pitalito (contexto cafetero), al sur del departamento del Huila en Colombia. Es la encargada de formular, diseñar, orientar, dirigir, coordinar, implementar, ejecutar y controlar políticas de investigación pedagógica y curricular en las diferentes Instituciones de Educación básica, media y superior a nivel nacional, teniendo concordancia con una didáctica funcional basada en la formulación y resolución de problemas reales y significativos para la comunidad.

Ahora bien, como ejemplo particular (en la metodología asumida por el grupo de investigación) se propone estudiar el impacto que genera la contaminación ambiental ocasionada por los diversos subproductos del café. Un estudio minucioso sobre el café y los subproductos generados en las diferentes etapas del cultivo y su proceso de postcosecha, permite cumplir con un doble propósito: mostrar que la escuela se debe consolidar como el espacio donde se reconstruyen saberes a partir de la interacción directa con el contexto y segundo cumplir un rol más dinámico y activo en el cuidado del medio ambiente.

Misión.

El grupo de investigación CAFELAB COLOMBIA, es una organización de tipo académico con proyección social. Su misión es potencializar la vocación de todos sus integrantes hacia la investigación en diferentes áreas del conocimiento, integrando los semilleros de investigación a una didáctica funcional basada en la formulación y resolución de problemas de contexto.

Visión.

El grupo CAFELAB COLOMBIA tiene el compromiso académico de convertirse en el 2025 en la guía que oriente e identifique diferentes problemáticas de contexto regional y nacional, generando posibles soluciones mediante la gestión y el desarrollo de proyectos de investigación, aplicando estrategias que guarden relación con la didáctica funcional basada en la formulación y resolución de problemas de contexto.

Objetivos.

- Abrir espacios donde interactúe toda la comunidad en un diálogo de saberes que propicien un mutuo aprendizaje.
- Desarrollar labores de proyección a la comunidad mediante capacitación y apoyo mediante diferentes propuestas de investigación.
- Participar y organizar foros, seminarios, congresos y demás eventos que permitan reflexionar y discernir sobre temas afines a los propuestos por el grupo de investigación.
- Participar y desarrollar proyectos que involucren saberes proyectados a la comunidad local, regional, nacional e internacional.
- Desarrollar el ideal de investigación formativa, tomando como base las problemáticas globales.
- Crear una cultura de trabajo en equipo al interior del grupo.
- Representar y materializar los ideales de la misión y visión que se propone el grupo.

I

Inmersión

Referente teórico.

La fase de inmersión se consolida como la ruta para realizar una lectura de contexto. De esta manera, es posible determinar la existencia de una problemática real y significativa, que debe ser intervenida por la escuela, padres de familia y comunidad, a fin de lograr cambios sustanciales en el entorno. En particular, esta fase se desarrolla desde la teoría de las situaciones didácticas (TSD) de Brousseau (1998) y contienen cuatro pasos:

1. Situación de acción. Este paso enmarca el momento de experimentación empírica, donde los estudiantes desde sus conocimientos previos, establecen una idea de investigación.
2. Situación de formulación. En este paso, se diseñan y elaboran instrumentos para la recolección de información en torno al problema definido.
3. Situación de validación. Los estudiantes investigadores idean un plan de organización que incluya la elección de un tipo de muestreo, de tal manera que la muestra seleccionada sea representativa para la población de estudio. Así mismo, se realiza el trabajo de campo, se sistematiza la información e interpretan resultados.
4. Situación de institucionalización. En este paso se realizan actividades de socialización, donde los investigadores dan a

conocer a través de presentaciones orales y escritas los resultados obtenidos en el diagnóstico.

Situación de acción.

La Institución Educativa Municipal Montessori es una Institución de carácter oficial que se encuentra ubicada en el municipio de Pitalito Huila al sur de Colombia. Cuenta con 3093 estudiantes distribuidos en 12 sedes. La sede San Francisco donde nace esta investigación, cuenta con una población de 375 estudiantes y se encuentra ubicada en la zona rural, a 8 km del municipio de Pitalito. Su economía se sustenta en la agricultura, los estudiantes junto a sus familias trabajan en el sembrado y la recolección del café como fuente de ingresos.

De acuerdo a lo anterior, como grupo de investigación se determinó que toda la producción del café demanda nueve pasos incluyendo la renovación, y que en casi el 50% de los mismos se presentan grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos, que están afectando de manera directa al medio ambiente. En esas circunstancias, se desarrollan lecturas en fuentes primarias encontradas en la web, libros y artículos que ratifican la existencia de un problema real. Para complementar la lectura de antecedentes y obtener una visión general de la problemática, se realiza la primera salida de campo (caminata ecológica por las veredas focalizadas), donde se realizan diferentes registros fotográficos de la zona, así como la medición de

calidad de aire, suelo y agua. En términos generales, el problema transversal que guía esta propuesta es:

Planteamiento del problema.

Actualmente en el país existen una serie de problemas ambientales, siendo uno de los más importantes la excesiva generación de residuos sólidos, su inadecuada disposición final y la contaminación ambiental que éstos generan. Al observar toda esta situación, se considera que las Instituciones Educativas deben cumplir un rol más dinámico y activo en el cuidado del medio ambiente, es por ello que este proyecto ambiental busca involucrar a la comunidad escolar y hacer que los niños, niñas, adolescentes, padres de familia, docentes, personal administrativo y comunidad aledaña, cumplan un papel protagónico y activo en el cuidado del medio ambiente y en consecuencia en el desarrollo sostenible de nuestra sociedad. Ahora bien, el municipio de Pitalito y específicamente las veredas San Francisco, Santa Inés y Holanda son eminentemente dependientes del sector agrícola, donde el café es el cultivo principal. De esta manera, los cafetales y su fruto sirven de sustento para los campesinos de la región y sus familias.



Figura 1. Fase de despulpado del café en un beneficiadero ecológico

En un beneficiadero tradicional de café, se emplean altos volúmenes de agua para el proceso, se manejan inadecuadamente la pulpa (parte externa o cascara del fruto maduro) y el mucílago (sustancia viscosa que segrega en el despulpado), lo que conlleva a la contaminación del agua de las zonas aledañas, generando afectaciones como:

- Muerte de los animales acuáticos y de las plantas por falta de oxígeno en el agua y por la alta acidez en los desechos.
- Aumento de microorganismos indeseables.
- Disminución de la calidad de agua para el consumo doméstico.
- Incremento de los malos olores, atracción de moscas y otros insectos.
- Deterioro del paisaje.

De igual forma ocurre con la cascarilla que no es utilizada, ya que es tratada como un desecho y cuya finalidad es la incineración, en algunas ocasiones sin aprovechamiento de la energía producida por esta materia en combustión. Así mismo, el “cuncho” o “borra” del café (es el último material luego de la preparación de la bebida) se convierte en residuo sólido, cuya disposición sin un aprovechamiento adecuado aumenta los índices de contaminación.



Figura 2. Cascarilla de café obtenida en un secadero

Durante el proceso de poda o soca (definida como la técnica más común para regenerar los Cafetales y recobrar su productividad) el subproducto generado (tallos de café sobrantes) generalmente es utilizado como combustible, sin aprovechar los beneficios que este material traería si se empleara en fabricación de muebles o enseres para el hogar; evitando la tala indiscriminada de bosques.



Figura 3. Técnica de poda o soca para mejorar la productividad del cafeto

Lo anterior permite deducir que es perentorio explorar actividades sustentables para la disminución de los impactos negativos generados por el sector cafetero teniendo en cuenta las diferentes etapas del cultivo y su proceso de postcosecha. En conformidad con lo expuesto líneas anteriores, como equipo se estructura la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo contribuir a la disminución de la contaminación ambiental generada por los diversos subproductos del café en las veredas San Francisco, Holanda y Santa Inés del municipio de Pitalito Huila en Colombia?

Objetivos.

Objetivo general

Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental generada por los diversos subproductos del café reincorporándolos en la cadena productiva de las veredas San Francisco, Holanda y Santa Inés del municipio de Pitalito Huila.

Objetivos específicos

- I. Establecer el estado actual acerca de la disposición de los diversos subproductos del café en las diferentes etapas del cultivo y su proceso de postcosecha.

- II. Construir ideas de emprendimiento sustentables, a partir de la reincorporación en la cadena productiva de los subproductos del café, aportando a los objetivos de desarrollo sostenible ODS.

- III. Sensibilizar a la comunidad de las veredas focalizadas, en la reincorporación a la cadena productiva de los diversos subproductos del café.

Justificación.

CAFELAB, un proyecto de sostenibilidad ambiental y tejido social se justifica atendiendo a tres dimensiones fundamentales: 1. Cognitiva, por cuanto, se aprehenden conocimientos que, desde las ciencias naturales, faciliten la comprensión acerca del uso sostenible de los recursos naturales. 2. Afectiva, al ser congruente entre el ser-saber y hacer y 3. Comunicativa, al generar discusión centrada en argumentos contruidos por los estudiantes. Desde los lineamientos curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental el proyecto apoya el Objeto :...Que el estudiante desarrolle un pensamiento científico ", el Proceso: "...Que el estudiante asuma una posición crítica que le facilite dar solución a los problemas del medio en el cual interactúa de manera creativa y ética", los Subprocesos: en la formación científica básica en cuanto a la construcción y manejo de conocimientos, la capacidad investigativa y la formación ética.

Desde los Estándares Curriculares en el desarrollo de compromisos personales y sociales en beneficio de los recursos naturales que aportan al mejoramiento de la vida de los individuos, para lo cual utiliza conocimientos del entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad. Este macro Proyecto, responde a la normatividad contemplada en la ley General de Educación como

parte de los cinco proyectos de Ley y el Decreto 1743 acerca de la obligatoriedad de los proyectos ambientales escolares PRAE. A la luz de las nuevas políticas educativas se pretende hacer la resignificación de la malla curricular aportando en la construcción del conocimiento desde el diseño de un plan de área partiendo de los lineamientos y estándares básicos y cumpliendo con los derechos básicos de aprendizaje.

Área de influencia.



Figura 4. Municipio de Pitalito Huila en Colombia

El proyecto se realiza en el municipio de Pitalito, en las veredas Santa Inés, Holanda y San Francisco, donde se ubican tres sedes de la Institución Educativa Montessori, correspondientes a la zona rural.

Población beneficiaria.

Beneficiarios internos: 3093 estudiantes de toda la Institución, quienes se ven favorecidos con un currículo pertinente y consecuente con el contexto de la región (hablamos de toda la población estudiantil, ya que, gracias a la iniciativa, se modificó la estructura curricular y los planes de aula que siguen todos los maestros de la misma). Es de resaltar el impacto logrado por CAFELAB en la sede San Francisco, sede que cuenta con 357 estudiantes provenientes del sector rural, jóvenes que “desertan” fácilmente de la escuela por motivos de la inestabilidad del monocultivo producido por el café, que tan sólo se da dos veces en el año.

Beneficiarios externos: se impacta a toda la comunidad Educativa y población aledaña a las sedes de la Institución ubicadas en las veredas San Francisco, Holanda y Santa Inés del municipio de Pitalito. El dinamismo de la economía de las veredas se sustenta en el sector agrícola siendo el cultivo más representativo el café; por lo

que la problemática de contaminación generada por los subproductos es una realidad sentida de toda la comunidad.

Aspecto histórico en la zona de influencia.

Inicialmente se encuentra que la historia del corregimiento de criollo, lugar en donde se ubican las veredas en donde se desarrolla el proyecto, tiene sus orígenes en la Hacienda Laboyos, destacándose por su carácter ganadero. La vereda Santa Inés fue conformada por cerca de treinta familias en el año 1992, su asociación dio lugar a la escuela del mismo nombre y desde entonces ha sido el lugar de formación de los niños de la comunidad. Por otro lado, la vereda San Francisco fue creada hacia 1960 cuando se separó de la vereda Camberos, en ella habitaban pocas familias que asociadas con el ejército nacional y la iglesia católica decidieron establecer un centro educativo con este mismo nombre. En general se encuentra que la zona desde sus inicios ha servido como hogar de familias de bajos recursos económicos con sentido agropecuario de menor escala.

De acuerdo con estudios realizados por los presidentes de las juntas de acción comunal, la vereda Santa Inés cuenta con 422 habitantes repartidos en 90 viviendas, mientras que en San Francisco habitan cerca de 1670 pobladores en 350 viviendas. De esta manera, el proyecto beneficia a una población objetivo de 357 estudiantes de la sede San Francisco, desarrollando en ellos competencias sociales y

científicas; de igual forma, a la comunidad residente en las veredas de influencia del proyecto.

Antecedentes

A continuación, se presenta una revisión bibliográfica en la que se muestran resultados de algunas investigaciones elaboradas en el ámbito internacional y nacional, respecto a las prácticas agrícolas específicamente las relacionadas con el tratamiento y uso de los subproductos del café. Dado que hay abundante información en la web, se resaltarán dos que guardan una estrecha relación con el problema a investigar.

A nivel internacional, se realiza la consulta del artículo científico denominado “El beneficiado del café ¿Fue un factor de contaminación en la segunda mitad del siglo XIX?”, escrito por José Gabriel Román Madrigal. En su texto, el autor plantea como objetivo determinar que la contaminación de las aguas en Costa Rica se debe en gran medida por el beneficiado del café. En palabras de Madrigal:

Los desechos más importantes producidos en el beneficiado son: a) Pulpa: es el desecho más molesto y en mayor volumen, aproximadamente representa el 40% del peso total del fruto. b) Agua del despulpado: contiene relativamente una alta cantidad de sólidos sedimentados, azúcares, materia soluble y en general materia orgánica en abundancia, lo cual lo hace altamente contaminante. c) Agua de lavado de la fermentación: contiene gran cantidad de geles coloidales

de pectinas y otros productos, los cuales son sustancias comparativamente menos contaminantes. (2004, p. 11)

Lo anterior permite inferir que durante la transformación del grano a producto comercial (beneficio del café), se utilizan grandes volúmenes de agua para el lavado, la fermentación y el desprendimiento de las aguas mieles. Como sucede en Pitalito, un alto porcentaje de caficultores utilizan la técnica de la vía húmeda para beneficiar, y se conoce que estos líquidos generalmente se vierten a los cuerpos de agua, dada la cercanía existente entre los beneficiaderos y los afluentes.

A nivel nacional, un referente importante es la federación nacional de cafeteros, y en su nombre el programa de investigación científica. A través de la investigación, el programa busca desarrollar entre otros elementos, alternativas para la reincorporación de los subproductos del café. Al respecto, el artículo “los subproductos del café: fuente de energía renovable” escrito por Rodríguez y Zambrano revela datos importantes acerca de los 5 subproductos que son de interés para este proyecto. Por ejemplo, señalan:

por cada millón de sacos de 60 kg de café almendra que Colombia exporta, se generan 162.900 t de pulpa fresca, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes. (2010, p.2)

Lo anterior ratifica lo descrito en el planteamiento del problema, donde de manera empírica se puede evidenciar el uso inadecuado que se le brinda a la pulpa del café, donde se conoce que, una vez

realizado el beneficio, este subproducto es arrojado a los cuerpos de agua o expuestos al medio ambiente.

Marco Teórico

A continuación, se presenta una revisión bibliográfica inicial en la que muestran resultados de algunas investigaciones que sustentan y delimitan este estudio, y que se enmarcan en el café, así como en los subproductos que se van generando durante la producción del grano.

A nivel internacional y nacional, existen diversos estudios que definen con claridad el origen del café. En particular Cortina y Herrera precisan que:

El café pertenece a la gran familia de las Rubiáceas, compuesta por 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría de origen tropical y con una amplia distribución geográfica. De toda la familia de las Rubiáceas, el género coffea es el de mayor importancia económica. (2013, p. 118)

Para el caso colombiano, y gracias a la variedad de climas que se encuentran a lo largo del territorio, es posible afirmar que el café es uno de los productos de exportación. En Pitalito Huila, la altura promedio es de 1200 m a 1400 m que lo convierte en una zona privilegiada para el crecimiento de la planta y este producto se consolida como el eje central de la economía local, tanto que más de 7400 familias dependen del mismo.

Ahora bien, Moreno y Clavijo realizan una extensa explicación sobre la estructura del fruto del café. Al respecto:

El fruto de café es una drupa en la cual los tejidos externos en la madurez se separan, por una capa mucilaginosa, del endocarpio, delgado, duro y coriáceo, llamado pergamino. El fruto del cafeto está compuesto por el pericarpio (pulpa de café), el mesocarpio (mucílago de café), el endocarpio (pergamino o cascarilla) y el endospermo (café almendra). La pulpa de la cereza madura está formada por el exocarpio (epidermis), que es la capa externa del fruto y representa el 43,2% del fruto en base húmeda. El color de la epidermis varía desde verde o amarillo hasta rojo o rojo intenso y algunas veces hasta violeta o negro. El color depende de la variedad de café y del grado de madurez del fruto. (2016, p. 31)

Lo anterior muestra la compleja estructura que posee el café; sin embargo, durante todo el proceso de beneficio, tan solo se aprovecha el grano, convirtiendo los restantes elementos en un subproducto o residuo sólido y líquido. Es de aclarar que el beneficio del café es el proceso agroindustrial que realiza todo caficultor en sus predios, para transformar el fruto recolectado a café pergamino seco. En palabras de los expertos caficultores de Pitalito (estudiantes investigadores de Cafelab Colombia y sus padres), el proceso del café es el siguiente:

El primer paso es la etapa de germinación. Primero se consigue la semilla que puede ser de la finca o certificada, se busca un lugar apropiado para ubicar el germinador, su techo debe estar cubierto por hojas de plátano o poli sombra para que el clima no afecte su

crecimiento. Se planta la semilla en arena para que sea fácil su extracción, se espera de 40 a 45 días, a los 20 se encuentra en etapa de fósforo y al finalizar los 45 días se obtiene la chapola.

En el segundo paso se debe escoger muy bien la chapola que desarrolle el follaje de la germinación, para ser trasladada al semillero durante dos o tres meses con todos sus cuidados como el agua, el abono, la fumigación y la sombra para finalmente trasplantarse al terreno.

El tercer paso es la plantación de café, en donde se debe sembrar en buenos tiempos de lluvia, para esto se requiere excelentes cuidados para que a lo largo de 18 meses a 2 años se obtenga una buena producción de cosecha, dependiendo de los factores climáticos.

Después de la siembra, esperamos aproximadamente 2 años para la recolección, se espera que los frutos lleguen al punto de maduración, donde la cereza se torna un color rojo profundo. Estos frutos son seleccionados para recolectar.

El quinto paso a seguir es el despulpado, el cual se desarrolla en una máquina despulpadora la cual separa la almendra de la pulpa. Es allí donde se genera el primer problema ambiental, donde caficultores de la zona generalmente arrojan este material a las zonas ambientales, lo mismo ocurre con las aguas mieles o mucílago del café, que es el obtenido durante los lavados del grano. La afirmación anterior se puede corroborar con los planteamientos de Rodríguez y Zambrano:

El promedio de la producción de pulpa es de 2,25 t/ha-año en Colombia. Por cada millón de sacos de café almendra que Colombia exporta, se generan 162.900 t de pulpa fresca, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes. (2010, p. 2)

El sexto paso es el secado, el cual determina la calidad y suavidad del café. Después del despulpado, se toma la almendra y se pone a secar esperando que la cascarilla o cisco se desprenda de la misma. Es allí donde se presenta el segundo residuo, donde el caficultor vende su producto con cascarilla, puesto que no tiene la maquinaria suficiente para continuar el proceso”. Cuando se llega a los expendios de café, generalmente se incinera este material, sin aprovechar su capacidad calórica que en palabras de Rodríguez et ál. (2010) es de 17,90 MJ/kg.

El paso siguiente es el tueste. Se lleva la almendra al horno para que allí tome su tonalidad y su consistencia, y de esta manera se obtenga el producto final. Finalmente, se tritura el grano para así sustraerle su aroma y sabor característico, resultante de esto se obtiene el cuncho del café. Es allí donde se obtiene el siguiente subproducto, el cual es arrojado a los sifones luego de la preparación y consumo.

Un cafeto normal puede alcanzar una altura de 5 m en adelante; además, pasados 4 años de producción puede bajar su tasa de productividad, por ello se lleva a cabo el proceso de la poda o zoca, que consiste en cortar el cafeto a determinada altura para que vuelva a retoñar. Y es allí donde se genera un nuevo subproducto: los tallos

del café. En términos de Rodríguez et ál. (2010) en Colombia se reporta un promedio de densidad de 5000 árboles podado por cada hectárea, que generalmente se descomponen al aire libre, sin aprovechar su alta resistencia para la construcción de enseres en el reemplazo del plástico.

Situación de formulación.

En la situación de formulación, se le da valor a la encuesta y entrevista como instrumentos que permiten recolectar y analizar información. Para esta actividad se construyó un instrumento que guardó relación con la pregunta de investigación y con un marco teórico de referencia. De igual forma, se consideró pertinente obtener registros fotográficos de la problemática. Antes de establecer lo mencionado, se creó el marco metodológico de la propuesta y el resultado fue el siguiente:

Marco metodológico.

Vílchez (2007) en su documento afirma, que la investigación educativa tiene como finalidad prioritaria apoyar los procesos de reflexión y crítica para tratar de mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Por su parte García, Jiménez, Rojas, & Tapiero (2007) afirman que “en el ámbito educativo existe una variedad de clasificaciones o modalidades de investigación, los cuales obedecen a

criterios establecidos de manera arbitraria”. De acuerdo a los autores, en la investigación se pueden establecer los siguientes criterios de clasificación:

El primer criterio se define en términos de la finalidad de la investigación y, se puede determinar que el proyecto se enmarca en la modalidad básica o aplicada. De acuerdo a lo anterior, el presente proyecto de investigación centra la atención en una investigación de tipo aplicada, porque su finalidad radica en realizar una intervención a un problema de tipo ambiental, para ayudar a disminuir los índices de contaminación ocasionados por la generación de diversos subproductos del café.

Un segundo criterio de clasificación se define según el carácter de la medida. De acuerdo a esta clasificación, la investigación puede ser cuantitativa o cualitativa. Dado que el proyecto desea realizar un primer diagnóstico desde la teoría de las situaciones didácticas en función del desarrollo del pensamiento aleatorio, se opta por un estudio de corte cuantitativo, de tipo descriptivo e interpretativo. El proceso de diagnóstico a través de la interacción con los actores implicados y la descripción e interpretación de la información recolectada permite la consolidación de los nodos o ideas de emprendimiento, considerando que cada uno de ellos se constituye en un elemento más en el proceso de reflexión, crítica y argumentación sobre los hallazgos que se obtengan durante la investigación. Es de resaltar que, al buscar un mayor acercamiento

con la comunidad, no se desconoce el aporte que el enfoque cualitativo puede realizar a la investigación; en ese sentido, la entrevista y la observación pueden ser métodos eficaces para recolectar, interpretar, analizar y complementar el diagnóstico.

Fases o etapas de la investigación

Fase I: Diagnóstico. Esta fase responde al objetivo específico 1. En particular, se realiza el trabajo de campo para conocer la disposición final de los 5 subproductos identificados. Para cumplir con la misma, se sigue la teoría de las situaciones didácticas, las cuales son actividades que sirven para enseñar y por ende para aprender. (Brousseau, 1982, citado en Castillo y Popayán, 2017). Esta teoría tiene 4 pasos:

- La situación de acción enmarca el momento de lectura de fuentes de información primaria respecto al problema identificado. De igual forma, se realiza un primer ejercicio de campo, para observar detenidamente la problemática.
- En la situación de formulación, se elabora el instrumento de recolección de información.
- En la situación de Validación, se identifica la población objetivo y la muestra.
- En la situación de institucionalización, se realiza una actividad de socialización en la cual se elabora el diagnóstico.

Fase II: Transferencia a la comunidad. Esta fase responde al objetivo específico 2. Gracias a la fase I, se elaboran ideas de emprendimiento o prototipos cuya base principal son los residuos sólidos y líquidos del cafeto.

Diseño de instrumentos

Fase I. Para esta fase se elaboró un instrumento basado en la entrevista. A través de la misma, el caficultor tenía la posibilidad de explicar con detalle y de manera abierta su respuesta. De manera operativa, este instrumento contó con 8 preguntas, divididas en dos cuerpos: una primera parte que indaga por su nivel de escolaridad y formación en TIC (es intencional, con el objetivo de crear talleres en torno a la reutilización de los subproductos) y una segunda parte que indaga por la disposición final de los residuos del café. Lo anterior se puede visualizar en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1R1bfDse6T48EL3jj3_2Mi9btKLgPK6ld/view?usp=sharing

Fase II. Para la elaboración de los prototipos, se diligenciaron bitácoras, se obtuvieron registros fotográficos de la materia prima, del proceso de elaboración y del producto terminado. De esta

manera se elaboró una ficha técnica del prototipo. Esta ficha contiene los siguientes elementos:

1. Nombre del producto.
2. Descripción del producto.
3. Composición
4. Características principales.
5. Tipo de conservación.
6. Procedimiento de elaboración.
7. Vida útil esperada
8. Recomendaciones de uso.

Lo mencionado se puede visualizar en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1DXBkdMqMqFE3HHfRrNWJdlZ_InSppgEW/view?usp=sharing

Recolección de información

Fase I. En esta fase se realizan las entrevistas a los caficultores de la zona. En particular se cuenta con una población de 530 familias procedentes de las veredas San Francisco, Santa Inés y Holanda. Se consideran estas veredas porque son el punto de influencia de la Institución. Así mismo, la muestra correspondió a 200 personas quienes cumplieron con los siguientes criterios:

- Que entre su propiedad sembraran y recolectaran el grano de café.
- Que decidieran participar de manera voluntaria de la investigación.
- Que los menores de edad estudiaran en la sede San Francisco y habitaran en una de las tres veredas.

Fase II. Una vez se cumple con la fase I, para cada subproducto identificado (pulpa, mucílago, cascarilla, cuncho y tallos de café) se desarrolla una idea de emprendimiento sustentable. Al interior del grupo de investigación, se crean equipos de trabajo quienes son los encargados de la entrega del prototipo final. Es de resaltar que, para la elaboración de las ideas de emprendimiento, se empleó el método de retos STEM. Estos retos contienen 4 pasos:

- Diseño: a través de una herramienta computacional, se propone el mejor producto; es decir, se lleva a cabo diseño de empaques, envases, mediciones con sensores.
- Prototipo: en este punto, y desde la práctica de laboratorio, se elabora el prototipo seleccionado.
- Prueba: el prototipo es sometido a ensayo.
- Evaluación: en un ejercicio de metacognición que permite reiniciar el ciclo de pasos anteriores, con el objetivo de establecer cambios y mejoras.

Organización de la información

Fase I. Dadas las características del cuestionario (entrevista), se pueden evidenciar dos categorías de análisis:

Escolaridad y grado de apropiación de TIC. Esta categoría permite caracterizar a la población; y desde allí, generar un posible espacio de formación en el uso de las TIC, con el propósito de dar a conocer a través de los medios tecnológicos los diferentes prototipos construidos.

Subproductos del café. En este apartado, se tienen en cuenta las diferentes respuestas sobre la disposición final de los residuos, y se toman las que guardan una estrecha relación para categorizarlas (por ejemplo, varias respuestas apuntan a arrojar la pulpa del café al medio ambiente).

Para las dos categorías mencionadas, se acepta el aporte que realiza el enfoque cuantitativo, específicamente la estadística descriptiva y el pensamiento numérico desde las razones y proporciones para los prototipos.

Fase II. Los pasos de los retos STEM quedan registrados en la ficha técnica de cada producto. Para respetar las habilidades y ritmos de aprendizaje de los investigadores, se crean equipos de trabajo basados en la teoría de Ned Herrmann (1995) definiendo en ellos roles específicos:

- director científico
- secretaria: quien se encarga de diligenciar las actas de protocolo.
- vocero.
- responsable de materiales.

Interpretación y análisis de la información recolectada

Fase I. Esta fase se desarrolló desde la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau así:

a. Situación de acción. En este punto, se desarrollaron lecturas en fuentes primarias encontradas en la web, libros y artículos en Redalyc que determinaron la existencia de un problema real y significativo. Para complementar la lectura de antecedentes y obtener una visión general de la problemática, se realizó una primera salida de campo (caminata ecológica por las veredas focalizadas).

b. Situación de formulación. En este paso, se diseñaron y elaboraron instrumentos para la recolección de información en torno al problema. En particular, se le dio valor a la entrevista y se sometió a pilotaje con padres de familia.

c. Situación de validación. Visitando a los caficultores de las tres veredas focalizadas, se aplicó el instrumento y recolectó la información. Para la sistematización cuantitativa, se empleó una hoja de cálculo que la provee Microsoft Excel y para el análisis cualitativo,

se crearon dos categorías de análisis, que se describieron en el apartado “organización de la información”. Es de resaltar que el análisis de la información va acompañado de una referencia teórica para brindar mayor soporte a lo realizado.

d. Situación de institucionalización. En este paso se realizaron actividades de socialización, donde los investigadores dieron a conocer a través de presentaciones orales y escritas los resultados obtenidos en el diagnóstico.

Fase II. En esta fase se llevaron a cabo los retos STEM desde 4 pasos (diseño, prototipo, prueba y evaluación). De esta manera, se obtuvieron las siguientes ideas de emprendimiento:

PULPA DE CAFÉ. Martínez, Hernández, Aguilar y Rodríguez (2019) advierten que la pulpa del café presenta valores nutricionales interesantes, que, al ser utilizados en forma de extractos, son aptos para el consumo humano debido a su capacidad antioxidante, la cual favorece la disminución de la enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, neurodegenerativas. En particular:

La pulpa es considerada como el principal subproducto del café, representa cerca de 30% del peso seco de la baya entera o alrededor de 40% en frutos frescos. Los valores nutricionales presentes en la pulpa del café son carbohidratos (50%), fibra (20%), proteínas (7-10%), grasas (1.4-2.5%) y cafeína (0.68-1.3%) (2019, p.1)

Considerando la literatura, se optó por la elaboración de un té de pulpa de café.

PULPA Y MUCÍLAGO. En Colombia, el centro nacional de investigaciones del café es la encargada de llevar a cabo los procesos y avances técnicos que permiten reincorporar los subproductos del café. En particular:

La pulpa y el mucílago del café pueden producir electricidad, cuando se ponen en contacto con dos metales distintos, dentro de un recipiente aislado. Los mejores resultados se logran entre cobre y zinc o cobre y hierro galvanizado o latón. (Calle, 1973, p.1)

De acuerdo a lo anterior, se llevó a cabo la elaboración de una batería eléctrica.

CASCARILLA. Rodríguez y Zambrano (2010) plantean que la cascarilla es un subproducto que aporta una capacidad calórica de 17,90 MJ/kg. En ese sentido, se llevó a cabo la elaboración de briquetas o leños de cascarilla de café.

CUNCHO. Dado que la Institución donde se desarrolla esta investigación tiene como visión el desarrollo de valores culturales y artísticos. Al respecto, se aprovecharon los “tintes” extraídos del cuncho, para lograr pinturas que permitirían crear obras pictóricas.

TALLOS. Finalmente se aprovechó la resistencia del material para la construcción de diferentes enseres.

Situación de validación.

Población y muestra.

Se espera impactar a la comunidad educativa y población aledaña a las sedes de la institución ubicadas en las veredas San Francisco, Holanda y Santa Inés del municipio de Pitalito. El dinamismo de la economía de las veredas se sustenta en el sector agrícola siendo el cultivo más representativo el café; por lo que la problemática de contaminación generada por los subproductos es una realidad sentida de toda la comunidad. De acuerdo con estudios realizados por los presidentes de las juntas de acción comunal, la vereda Santa Inés cuenta con 422 habitantes repartidos en 90 viviendas, mientras que en San Francisco habitan cerca de 1670 pobladores en 350 viviendas y Holanda cuenta con alrededor de 90 viviendas. En total se cuenta con una población externa de 530 viviendas aproximadamente.

Muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la herramienta de “cálculo de muestras” que provee la empresa Netquest. En particular, para una población de 530 viviendas, con una heterogeneidad del 50%, un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%, se sugiere una muestra de 278. Lo anterior se

puede interpretar de la siguiente manera: si se aplica el cuestionario a 530, el 95% de las veces el dato que se quiere medir estará en el intervalo $\pm 5\%$ respecto al dato que se observe en el cuestionario. De acuerdo a lo anterior, se realizaron 200 encuestas en las viviendas que cumplieron con las variables mencionadas. Para ello se realizó la técnica de muestreo aleatorio simple entre los estudiantes de las tres veredas.

Análisis y discusión de resultados.

Como se mencionó líneas anteriores, las preguntas 1 y 2 indagaban por el grado de escolaridad y por el nivel de apropiación de las TIC. Así mismo, la pregunta 3 brindaba la oportunidad para que el encuestado se interesara por un curso de capacitación. Esto serviría de sustento para la generación de un nodo. En ese sentido, se tiene la siguiente distribución:

CLASES	f	fr	f%
Ninguno	0	0	0
Primaria incompleta	80	0,4	40
Primaria completa	80	0,4	40
secundaria incompleta	10	0,05	5
secundaria completa	20	0,1	10
Técnico y/o profesional	10	0,05	5
	200	1	100

Tabla 1. Grado de escolaridad

Según las encuestas, el 80% de la muestra se distribuye en el ciclo de la básica primaria. Es de resaltar que la comunidad encuestada se arraigó en el sector rural del municipio y que el sustento de sus familias se basa exclusivamente en la agricultura. En la voz de los encuestados, se brindaron argumentos del tipo “somos campesinos que no tuvimos la suerte de estudiar, de prepararnos”. De igual forma “tuvimos que salir de nuestras regiones para llegar a estos lugares por culpa de la violencia”. Lo anterior indica dos elementos: primero la brecha que existe entre el sector urbano y rural en cuanto a las oportunidades de acceso, retención y calidad de la educación, y segundo: el desplazamiento forzado se convirtió en uno de los factores agravantes en el país, con consecuencias graves para el sector rural.



Figura 5. Encuesta aplicada a caficultores de la región.