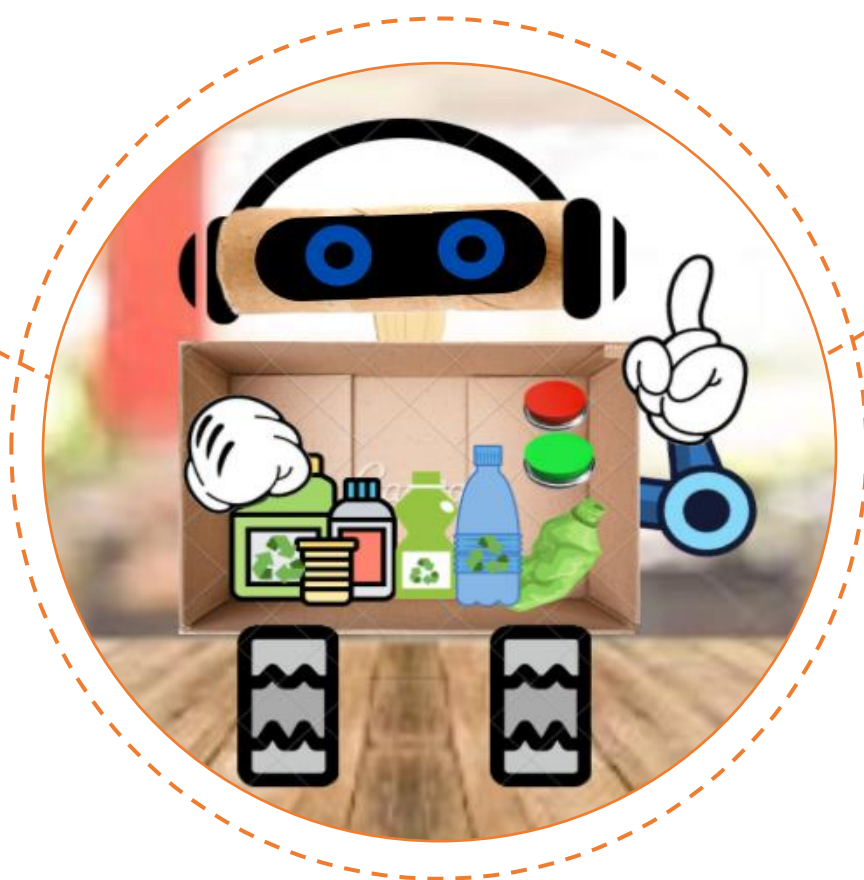


Equipo Naranja

CONCIENCIA ECOLÓGICA



Documento Rector



Nayelhi de Anda
Mentora Equipo Naranja

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene la idea de un prototipo de clasificador educativo de residuos con visión inteligente para ser implementado en un programa de educación primaria en Guayaquil. Como requisito para la 2da Edición Saturdays I.A. Latinoamérica.

Tu trabajo va a llenar gran parte de tu vida, la única manera de estar realmente satisfecho es hacer lo que creas que es un gran trabajo y la única manera de hacerlo es amar lo que haces.

Steve Jobs



CONTENIDO..... 3

EQUIPO..... 4

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 5

PROBLEMA 7

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9

HIPOTESIS..... 10

OBJECTIVO GENERAL 11

OBJECTIVOS ESPECIFICOS* 12

JUSTIFICACIÓN 13

MERCADO POTENCIAL 18

INVOLUCRADOS 20

DESCRIPCION DE LAS FUENTES DE DATOS..... 21

SELECCIÓN DEL MODELO 21

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 23

ALCANCE 25

PROPUESTA DE VALOR..... 26

NOMBRE DETALLADO DEL PROYECTO 27

NOMBRE CORTO DEL PROYECTO 27

IMPACTO SOCIAL..... 28

IMPACTO HACIA LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO..... 29

LINEA DE TIEMPO..... 31

ANEXO 1 33

ANEXO 2 35

ANEXO 3 36

BIBLIOGRAFÍA..... 37

EQUIPO



Luis Reyes
Líder de Proyecto



Karely Mayorquin
Científico de datos



Lady Sangacha
Co-Líder / Desarrollo



Jorge Chiquito
Científico de datos



Jostin Maldonado
Desarrollo



Verónica Abad
Analista de Datos



Carlos González
Desarrollo

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en el año 2017, Ecuador produjo 12 mil 337 toneladas de basura al día lo que significó que cada ecuatoriano produjo 0,86 kg de residuos sólidos por persona, representando un aumento del 48% con respecto al año anterior. La inmensa cantidad de desechos que produce la población, casi todo se entierra, lo cual tiene graves impactos para el ambiente.



Gráfica 1. Toneladas Generadas al día en Ecuador. (PlanV ,2020)

Guayaquil es la primera ciudad del país que produce basura, generando 3 mil 395 toneladas al día, en segundo lugar se encuentra Quito con 2 mil 110 toneladas diarias. De la basura que se produce el 45,7% es ubicada en rellenos sanitarios, 28,8% en celdas emergentes y el 25,6% en botaderos (Plan V, 2020). Ver gráfica 2.



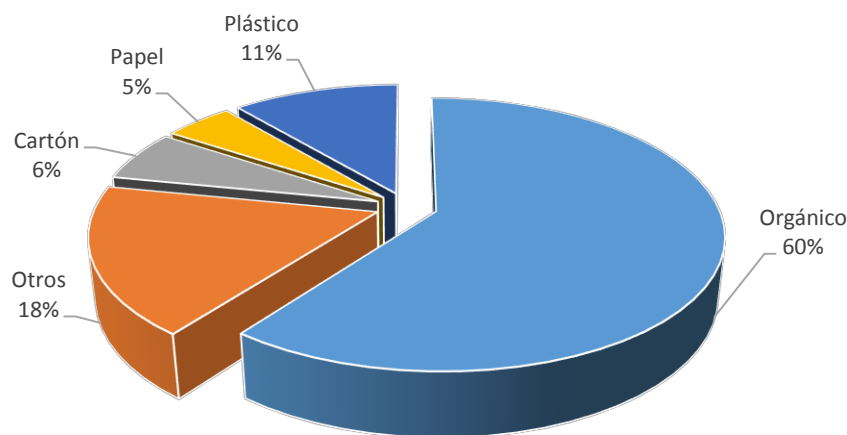
Gráfica 2. Ciudades que más basura botan. (PlanV ,2020)



Según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo de Ecuador (INEC), el 96% de la basura se entierra y sólo se recicla el 4%.

De lo que se entierra, el 60% es orgánico y el 40% restante corresponde a desechos inorgánicos y otros desechos que clasificados adecuadamente pueden ser reciclados en su mayoría. Pero al final del día, todo se bota.

Para 2017, el 11% de lo desechado fue plástico, el 6% cartón, el 5% papel, y el 18% corresponde a vidrio, madera, chatarra, caucho, textil, lámparas / focos ahorradores, pilas, metal. Ver gráfica 3.



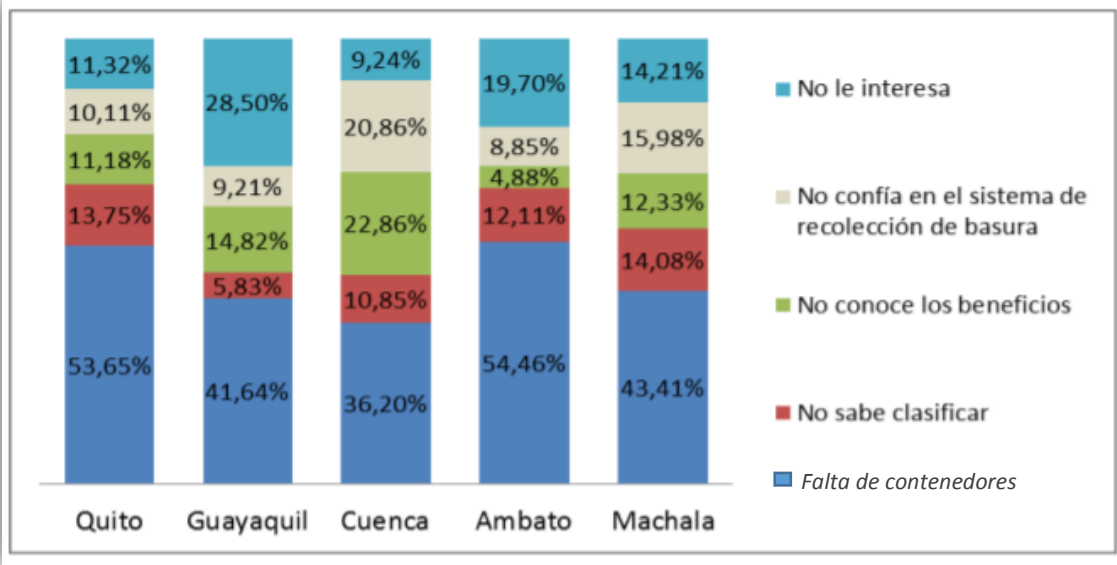
Gráfica 3. Caracterización de residuos sólidos por tipo de residuos al 2017. Elaboración propia. (INEC ,2017)

De acuerdo al INEC en su informe titulado *Información Ambiental en Hogares 2016*, en ese año, a nivel nacional, 6 de cada 10 hogares declaró ser afectado por un problema ambiental, pese a esto el 56% de las personas no le preocupó la situación ambiental de su barrio y el 83% de los hogares de Ecuador desconocían campañas relativas a la protección del ambiente (*op.cit.*)

Esta despreocupación y desconocimiento contribuyó, entre otros factores, a que el 59% de los hogares no clasificaran residuos durante el año 2016. La principal razón fue por la falta de contenedores específicos o centros de acopios (43%). Otras de las razones expresadas fue porque “no saben clasificar” (18%), “no le interesa” la clasificación de residuos (16%) o por “no conocer los beneficios” (15%) (*op.cit.*)

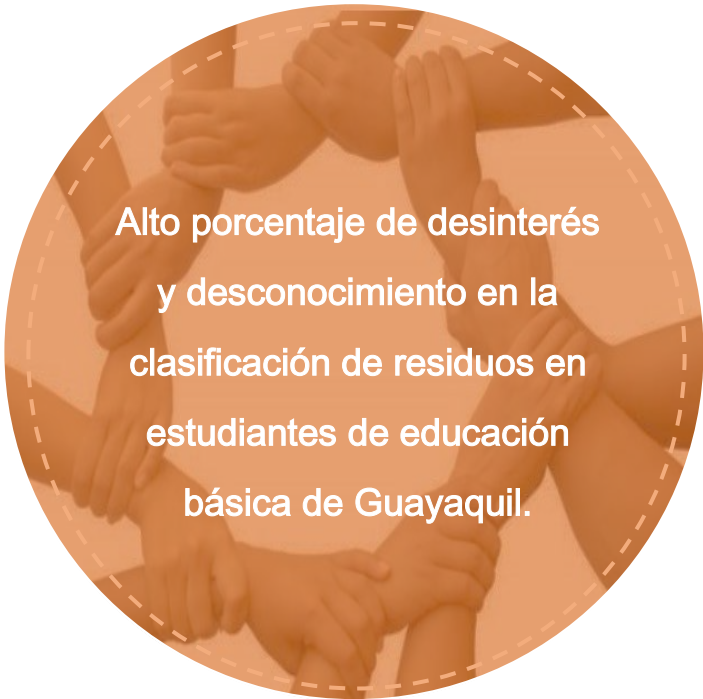


En Guayaquil, el 29% de los ciudadanos no le interesa clasificar, el 15% no conoce los beneficios y el 6% no sabe clasificar. El porcentaje de desinterés de esta ciudad fue el más elevado del país, seguido por Ambato (20%), Machala (14%), Quito (11%), Cuenca (9%) (INEC, 2016), Ver gráfica 4.



Gráfica 4. Principales razones por las cuales los hogares no clasifican residuos por ciudades 2016. (INEC ,2017)

Por lo anterior, el principal problema a tratar en el proyecto es el *Alto porcentaje de desinterés y desconocimiento en la clasificación de residuos en estudiantes de educación básica de Guayaquil*. El análisis de la problemática y sus causas puede verse en el Anexo 1.

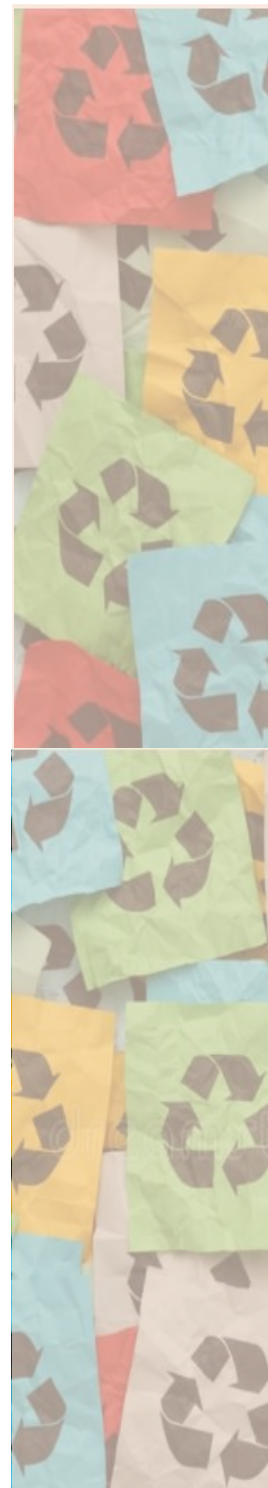


DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La práctica de las 4R (Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar) además de disminuir el impacto ambiental, disminuye la cantidad de residuos sólidos que se depositan en los sistemas de relleno sanitario. Al disminuir el volumen de estos residuos sólidos, los costos de recolección y disposición final son menores.


Incorporar la práctica de las 4R, inicia por un cambio de hábito cotidiano en el ciudadano, y este puede estimularse desde edades tempranas en la escuela para que en un futuro sean ciudadanos responsables, solidarios y comprometidos con la defensa y respeto al ambiente. Estos cambios pueden promoverse a través de la creación de espacios destinados a las buenas prácticas ambientales.

El proyecto busca disminuir el desinterés y el desconocimiento en la clasificación de residuos de estudiantes de educación básica en la ciudad de Guayaquil, a través de un contenedor con visión inteligente que oriente a niños de 5 años hasta los 14 años, en la correcta clasificación y gestión de residuos, promoviendo las prácticas de Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar (4R).





HIPOTESIS

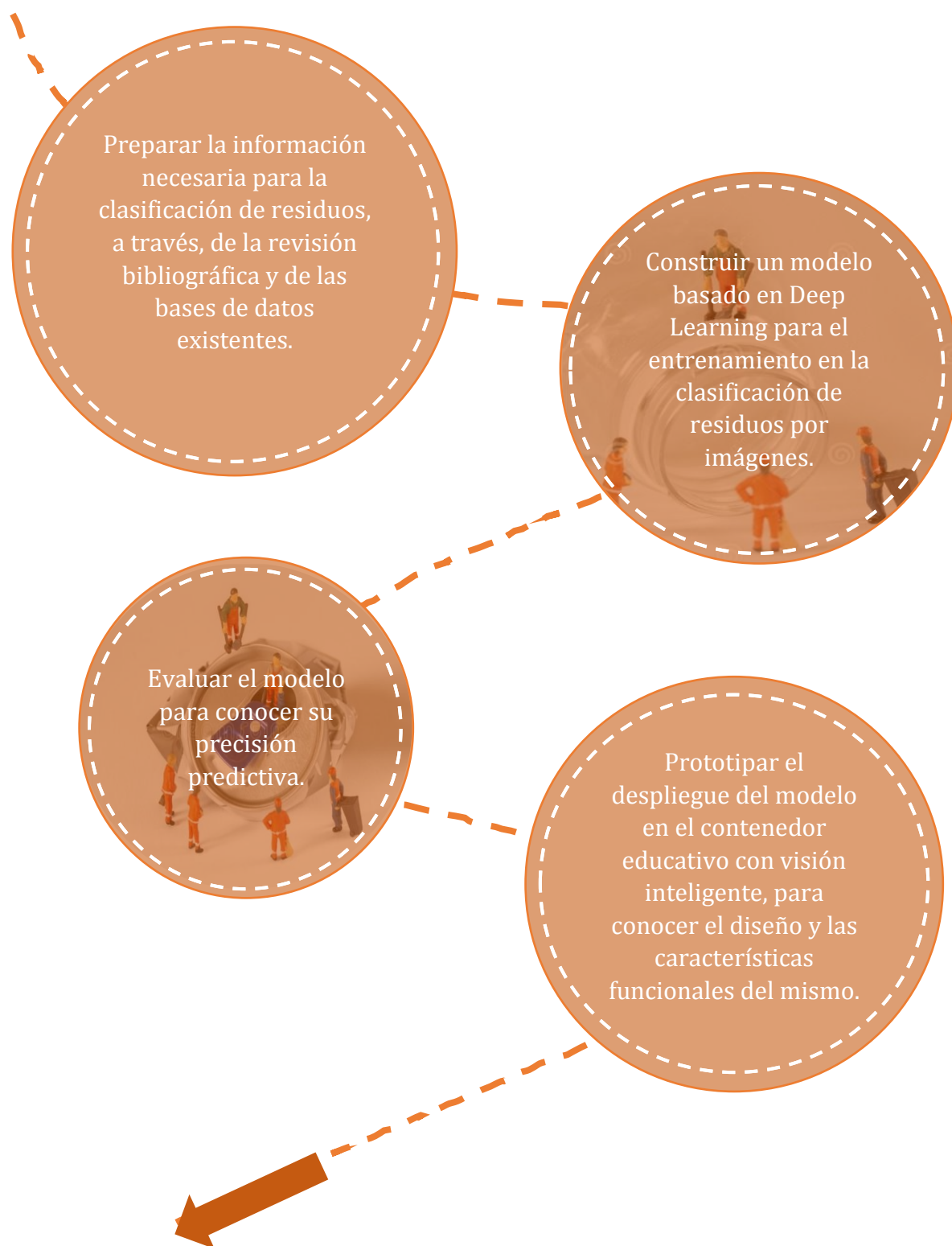


El desinterés y desconocimiento en la clasificación de residuos en Guayaquil puede reducirse incentivando el reciclaje desde edades tempranas en escuelas de esta ciudad, para ello puede apoyarse en la tecnología e inteligencia artificial.

OBJECTIVO GENERAL

Modelar un algoritmo basado en Deep Learning que permita, a través de un contenedor y visión inteligente, clasificar seis (6) tipos de residuos sólidos para un programa de educación básica de Guayaquil que promueva el conocimiento y el interés hacia las prácticas de Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar.

OBJETIVOS ESPECIFICOS*



*Las tareas específicas pueden revisarse en el Anexo 3

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo al *Informe de avance al cumplimiento de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. Ecuador tiene una responsabilidad ética con las futuras generaciones para que se mantenga, precautele y se dé soporte a la vida en todas sus formas; asimismo, para que se reconozca el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. (Secretaría Técnica, Planifica Ecuador, 2019).

En el numeral 5 del artículo 225 del Código Orgánico del Ambiente establece como obligación para las instituciones del Estado, el fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación. (Ordenanza N° 330, 2018).

Por su parte, el Ministerio de Educación promueve el *Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*, que tiene entre uno de sus objetivos “*Manejar adecuadamente los desechos y residuos sólidos generados en las instituciones educativas*” (MinEduc, 2018). Para ello plantea que cada institución, de acuerdo a su realidad y a los recursos disponibles se alinee con la Norma INEN 2841, 2014, referente a la estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos

Al respecto la norma en su clasificación específica indica:

- En un contenedor de color verde se puede reciclar residuos de origen Biológico como: restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
- En un contenedor de color azul se puede reciclar: plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET, botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. fundas plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
- En un contenedor de color blanco se pueden arrojar botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Deben estar vacíos, limpios y secos.
- En un contenedor de color gris se puede almacenar papel y cartón, limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel.
- En un contenedor negro, materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros.



El MinEduc en el manual de buenas prácticas, incentiva a entregar los desechos a gestores ambientales que garanticen la correcta administración de los desechos y residuos sólidos, esto es una excelente opción para generar ingresos a la institución, por ejemplo en Chile durante el 2016, se lograron recuperar 50.000 kilos de residuos en 10 escuelas de la Región Metropolitana que fueron gestionados por una empresa local, esto les permitió reunir recursos para invertir en sus establecimientos (corresponsables, 2017).



Gráfica 5. Guía educativas y metodológicas del Ministerio de Educación de Ecuador

Por otro lado, existen otras propuestas educativas como la *“Guía Didáctica de Material Pedagógico Basado en Reciclaje y Reutilización”* creada por la Fundación *El Triángulo* en conjunto con el MinEduc, que fomenta 50 juegos didácticos a estudiantes con discapacidad, sin embargo, este tipo de juegos pueden ser adaptados a niños en general para promover la reutilización de una forma lúdica y pedagógica.

Otra iniciativa de interés es el *Programa de Educación Ambiental “Tierra de todos”*, emprendido por el Ministerio de Educación, donde entre otras cosas se *busca “Desarrollar acciones que desde la TiNi (Metodología Tierra de niñas, niños y jóvenes) permitan reducir la contaminación del aire, agua y suelo”*. Estas acciones se ponen en práctica a través de actividades y recursos pedagógicos de educación ambiental (MinEduc, 2019). Ver Grafica 6.



Gráfica 6. Componente para Orientar a los estudiantes para criar vida en TiNi, pg .19 (MinEduc, 2019)

Finalmente, se debe mencionar que existen iniciativas locales en el Municipio de Guayaquil en función de minimizar la generación de residuos como la *ordenanza para regular la fabricación, el comercio, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso*. (Ordenanza N° 330, 2018) o los trámites para la implementación de *Buenas Prácticas Ambientales anuales por parte de las empresas reguladas por la Dirección de Ambiente del GAD Municipal de Guayaquil*, dirigida a manejar los residuos generados en el lugar de trabajo de manera responsable.

El proyecto está alineado con las políticas en materia ambiental y educativa de la República del Ecuador, buscando impactar de forma positiva en el aprovechamiento y valorización de los residuos, así como el fomento de las prácticas de Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar.

En el sector educativo Ecuador garantizará una educación de excelencia, que asegure la calidad de los docentes, los contenidos curriculares y la infraestructura mediante la inserción y actualización permanente de nuevas tecnologías y técnicas de aprendizaje. (Secretaría Técnica, Planifica Ecuador, 2019).

MERCADO POTENCIAL

El mercado potencial hace referencia al conjunto de individuos que pertenecen a segmentos definidos para la comercialización del producto. Son aquellas personas que necesitan o podrían necesitar el producto que se desea ofrecer, de acuerdo a esto se describe los segmentos de acuerdo a zona geográfica, psicográfica y demográfica.

Segmento Geográfico

El proyecto va dirigido a la República del Ecuador, y en su primera etapa a la Provincia del Guayas, específicamente en el distrito metropolitano de Guayaquil. En esta ciudad se pretende iniciar el proyecto en escuelas pilotos alineada con la metodología *Tini* y las *Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*.

Segmento Psicográfico

Autoridades de educación en la ciudad de Guayaquil implementando la metodología *Tini* y las *Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*, y que deseen incorporar herramientas tecnológicas basada en inteligencia artificial para la clasificación de residuos y promoción de la práctica de las 4R.

Segmento Demográfico

De acuerdo al Censo 2010, en la provincia Guayas se cuenta con 2 mil 798 establecimientos educativos. El 61% de la población educativa de Guayaquil asiste a escuelas públicos, mientras el 39% a escuelas privados. A nivel nacional el 66% de la población estudia educación básica, mientras el 16,4% estudia bachillerato. (INEC, 2010). La educación básica abarca desde primer hasta décimo grado, cubriendo desde los 5 años de edad hasta los 14 años.

INVOLUCRADOS



Gráfica 7. Involucrados de Conciencia Ecológica.

Los **usuarios** son los estudiantes y maestros que utilizarán *Conciencia Ecológica*.

En los **clientes** se identificó a **Mi Municipalidad de Guayaquil** como el ente rector y promotor de las políticas locales ambientales, las **instituciones educativas** como principales interesados en los beneficios de la clasificación de residuos y como actores en los cambios de hábitos del nuevo ciudadano y por último las autoridades gubernamentales relacionadas con temas ambientales.

En los **Socios Estratégicos** se identificaron 14 **empresas de reciclaje** de Guayaquil (ver anexo 2), y **Organismos No Gubernamentales (ONG)** cuya misión este orientada a la conservación del ambiente, inclusión social, entre otras, como por ejemplo: "Alianza por la Solidaridad", "Fundación El Triángulo".

DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE DATOS

Los datos fueron seleccionados de dos fuentes:

Un repositorio abierto de imágenes de desechos llamado “*Waste datasets review*” ubicado en <https://github.com/Agamiko/waste-datasets-review>, en particular con el data set *Trashnet*, que contiene 2527 imágenes en 6 clases: vidrio, papel, cartón, plástico, metal y basura.

- 501 vidrios
- 594 papel
- 403 cartón
- 482 plástico
- 410 metal
- 137 basuras

Imágenes publicadas de la web en páginas especializadas de fotografías y Googles imágenes, así como tomadas desde el celular relacionadas con productos de Latinoamérica y del ámbito escolar.

Finalmente, el dataset del proyecto se construyó tomando las mejores imágenes del dataset *Trashnet* y fusionándolas con las imágenes de la web y propias, para un total de 5000 imágenes en 5 clases: vidrio, papel, cartón, plástico, orgánico. Para el proyecto no se consideró la clase metal.

- 1000 vidrios
- 1000 cartón
- 1000 papel
- 1000 plástico
- 1000 orgánicos

SELECCIÓN DEL MODELO

El modelo seleccionado fue el YOLOv5s (*You Only Look Once*), el cual es parte de la familia de arquitecturas para la detección de objetos YOLO (YOLOv5, 2020). YOLO es un sistema de código abierto para detección de objetos en tiempo real pre-entrenado con el dataset COCO, el cual hace uso de una única red neuronal convolucional para detectar objetos en imágenes. Para su funcionamiento, la red neuronal divide la imagen en regiones, prediciendo cuadros de identificación y probabilidades por cada región; las cajas son ponderadas a partir de las probabilidades predichas. El algoritmo aprende representaciones generalizables de los objetos, permitiendo un bajo error de detección para entradas nuevas, diferentes al conjunto de datos de entrenamiento.

De acuerdo a la revisión bibliográfica actualmente, Yolo en su quinta versión es un buen algoritmo para detectar objetos en el campo de la alimentación, robótica, salud, entre otros, logrando un buen posicionamiento y reconocimiento de objetos, más precisos que otros algoritmos, incluso versiones anteriores de YOLO (Jubayer et. al, 2021. Qisong et. al, 2021, Yu Luo et. al, 2021). Otros estudios en el pasado han usado para la clasificación de desechos algoritmos como Inception-Resnet, Inception-v4, ImageNet, DenseNet121 (Cenk B. et. al., 2018) incluso en la 1era edición de Saturdays IA fueron utilizados para el proyecto *Recicla I.A* (Luma A. (2020).

Nuestro equipo seleccionó YoloV5, por considerarlo un algoritmo robusto con buenos resultados en investigaciones recientes relacionadas con detección; por ser un algoritmo recomendado por mentores en la 2da edición de Saturdays IA; integrantes que recibieron el módulo de Deep Learning han practicado con este modelo durante las clases; y como elemento diferenciador del proyecto *Recicla I.A*.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Conciencia Ecológica consiste en cinco (05) contenedores de diferentes colores y un módulo central con una Tablet, como se muestra en la gráfica 8. Los contenedores serán ubicados en instituciones que estén trabajando con metodologías orientadas al reciclaje y protección al ambiente, que tengan disposición a implementar programas educativos con inteligencia artificial.

Se busca que el aprendizaje se realice a través de la interacción del niño con Conciencia Ecológica, para ello el niño presentará un residuo a la cámara de la Tablet que se encontrará en el módulo central y a través de un modelo cargado en Amazon Web Services (AWS) se podrá reconocer hasta seis (6) tipos de residuos: orgánicos, vidrio, plástico, papel, cartón y desechos en general.

Luego de reconocer el residuo, AWS enviará la clasificación a la Tablet y esta enviará una señal a un Arduino para abrir el contenedor correcto destinado a recolectar el residuo, y por medio de sonido desde la Tablet se educará al niño sobre el color correcto del contenedor e información sobre la práctica de las 4R. Asimismo, la Tablet enviará una señal que encenderá una luz ubicada en el contenedor destinado para el residuo.

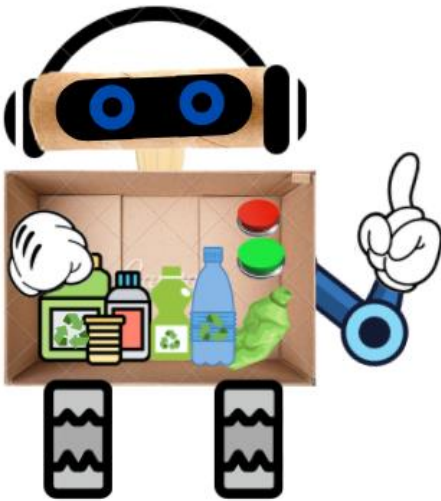
El niño finalmente se dirigirá al contenedor señalado y depositará el residuo. El proyecto busca estimular al niño a través de los sentidos: audición, vista y tacto, para que aprenda sobre las prácticas de las 4R, el ambiente y tecnología. Otro punto importante es que se incluirá un sensor de volumen a fin de cuantificar la cantidad de residuos recolectados por unidad de tiempo.



Gráfica 8. Bosquejo de la propuesta de prototipo, formado por 5 contenedores de diferentes colores y un módulo central para tomar las imágenes, realizar la clasificación y controlar los sensores.

ALCANCE

El alcance del proyecto se limita a realizar el prototipado de **Conciencia Ecológica** que consistirá en el despliegue del modelo a través de Amazon Web Services (AWS), simulación de los componentes del hardware y bosquejo de una aplicación que conecta AWS con el Hardware para clasificar imágenes de seis (6) tipos de residuos: orgánicos, vidrio, plástico, papel, cartón, desechos.



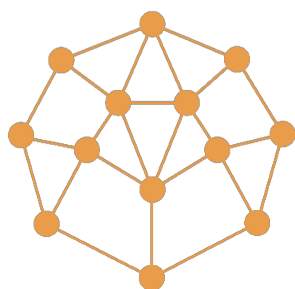
Gráfica 8. Reciclón, la mascota diseñada en el proyecto para concientizar a los niños sobre la práctica de las 4R.

PROPUESTA DE VALOR

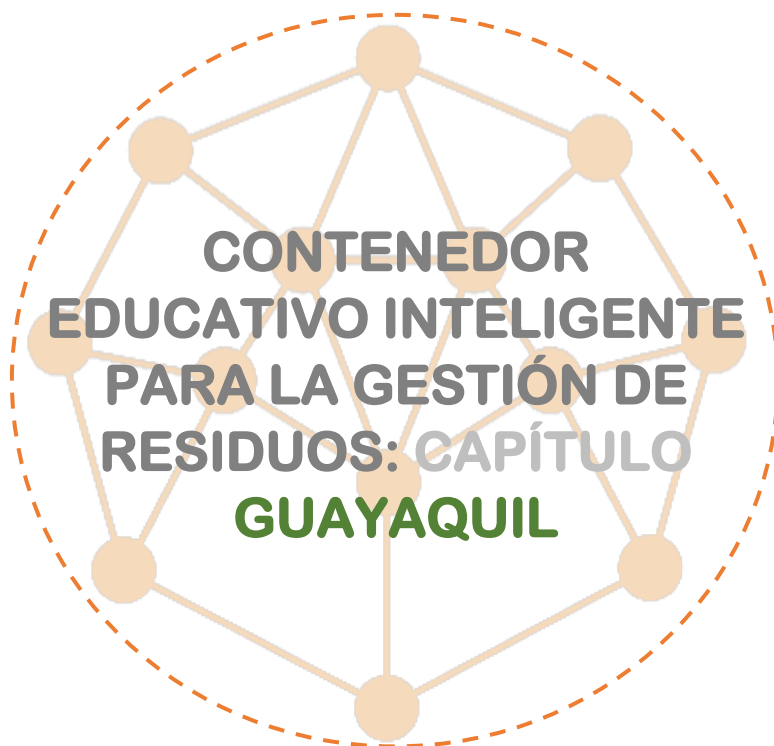
Existen propuestas de contenedores inteligentes que parten del hecho que el usuario conoce las 4R, o simplemente están diseñadas para hacer la vida más fácil al momento de botar sus desechos, sin generar conciencia e interés en la gestión de los residuos.

Por ello se pensó en **Conciencia Ecológica** el cual enseñará a los niños de Guayaquil a clasificar sus residuos de forma divertida.

Para ello, nuestra propuesta une varios conceptos, primero buscando que el niño desde la edad escolar se familiarice con la gestión de residuos, orientándolo a través de audio y luces hacia el contenedor correcto, también que gestione correctamente el residuo en su contenedor contribuyendo a la clasificación desde el origen, y creando conciencia en el niño a través de mensajes educativos. Los contenedores están pensado para poder medir el volumen de residuos y emitir una señal que permita vaciarlos a tiempo.



NOMBRE DETALLADO DEL PROYECTO



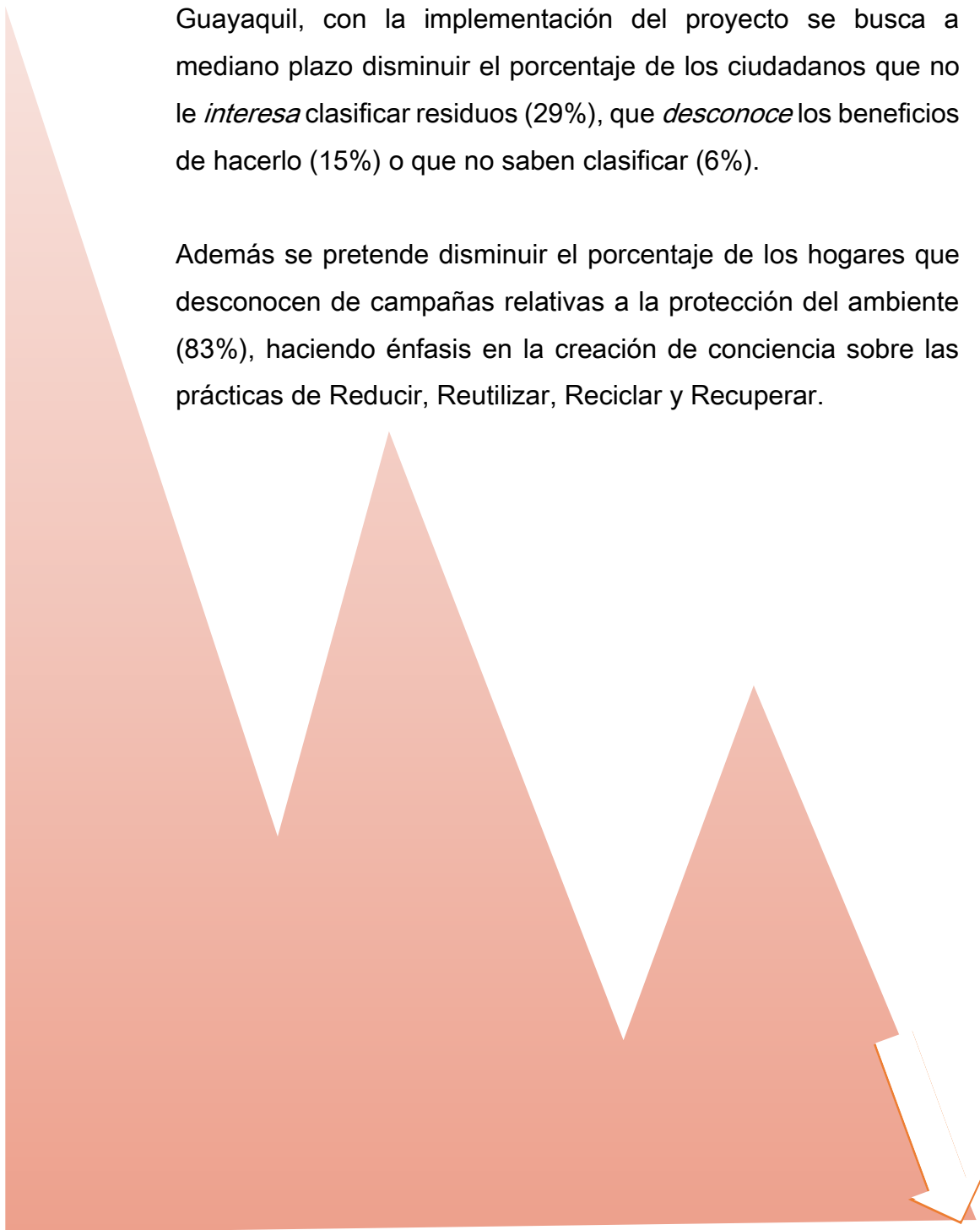
NOMBRE CORTO DEL PROYECTO



IMPACTO SOCIAL

Basado en los indicadores del INEC de 2017, en la ciudad de Guayaquil, con la implementación del proyecto se busca a mediano plazo disminuir el porcentaje de los ciudadanos que no le *interesa* clasificar residuos (29%), que *desconoce* los beneficios de hacerlo (15%) o que no saben clasificar (6%).

Además se pretende disminuir el porcentaje de los hogares que desconocen de campañas relativas a la protección del ambiente (83%), haciendo énfasis en la creación de conciencia sobre las prácticas de Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar.



IMPACTO HACIA LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Se impacta en el ODS 4 de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible *“Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda vida para todos y todas”*. Particularmente en la meta orientada a garantizar, para el 2030, *“que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles...”*.



El ODS 11 *“Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”*. Cuyo principal objetivo está dedicado al desarrollo sostenible de las ciudades. Su propósito es lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

El ODS 12 *“Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”*. El cual busca promover modalidades de consumo y producción sostenibles, el uso eficiente de los recursos naturales y la gestión de químicos respetuosa con el medio ambiente. Entre otras medidas pertinentes se puede mencionar la reducción y gestión integrada de los residuos, así como la información y concienciación sobre conductas y prácticas responsables.

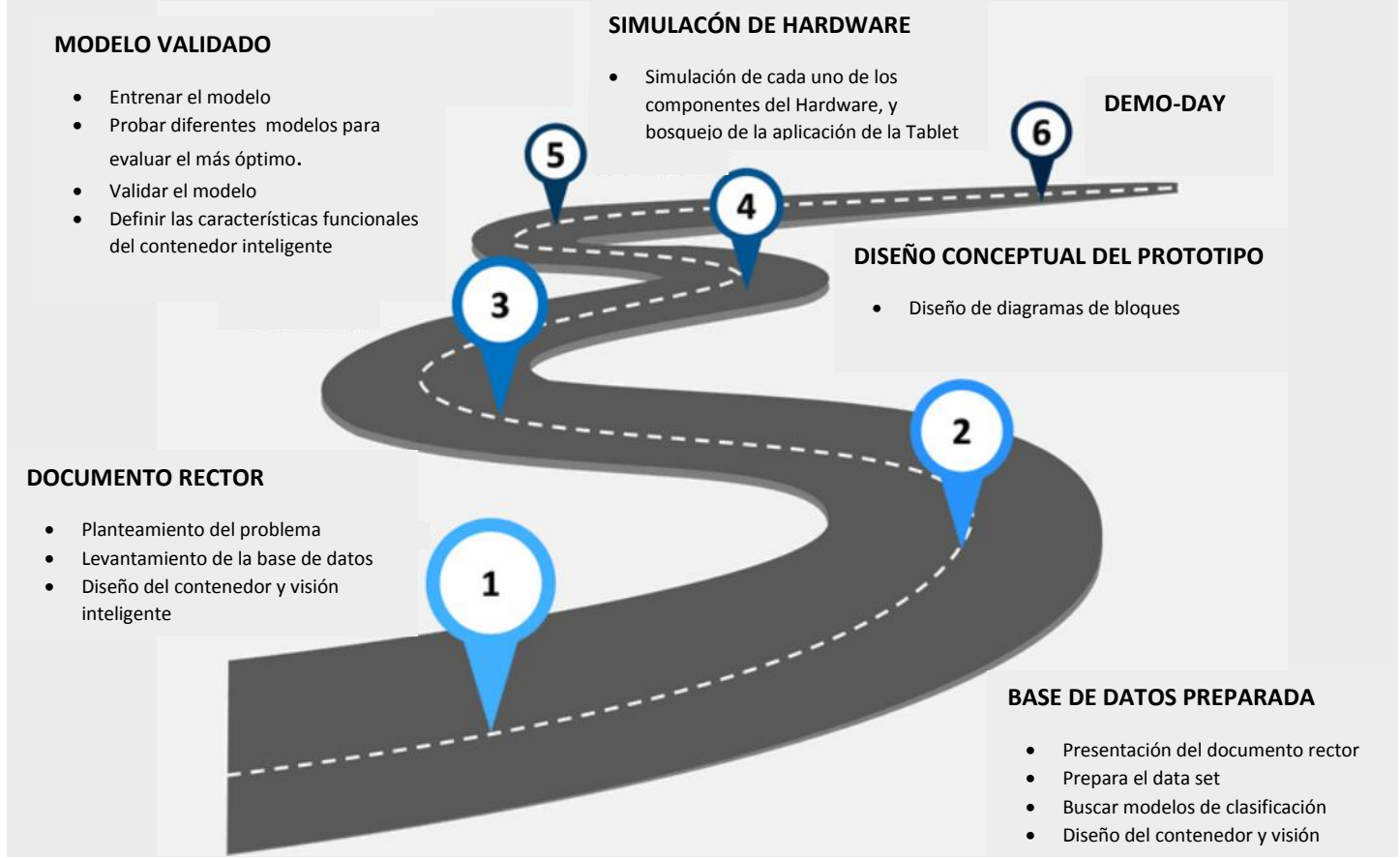


El ODS 15 *“Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”*, el cual pretende velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, luchar contra la desertificación y reducir la degradación de los hábitats naturales.

LINEA DE TIEMPO

El proyecto fue planificado en cinco (05) etapas, como se muestra en la gráfica 9.

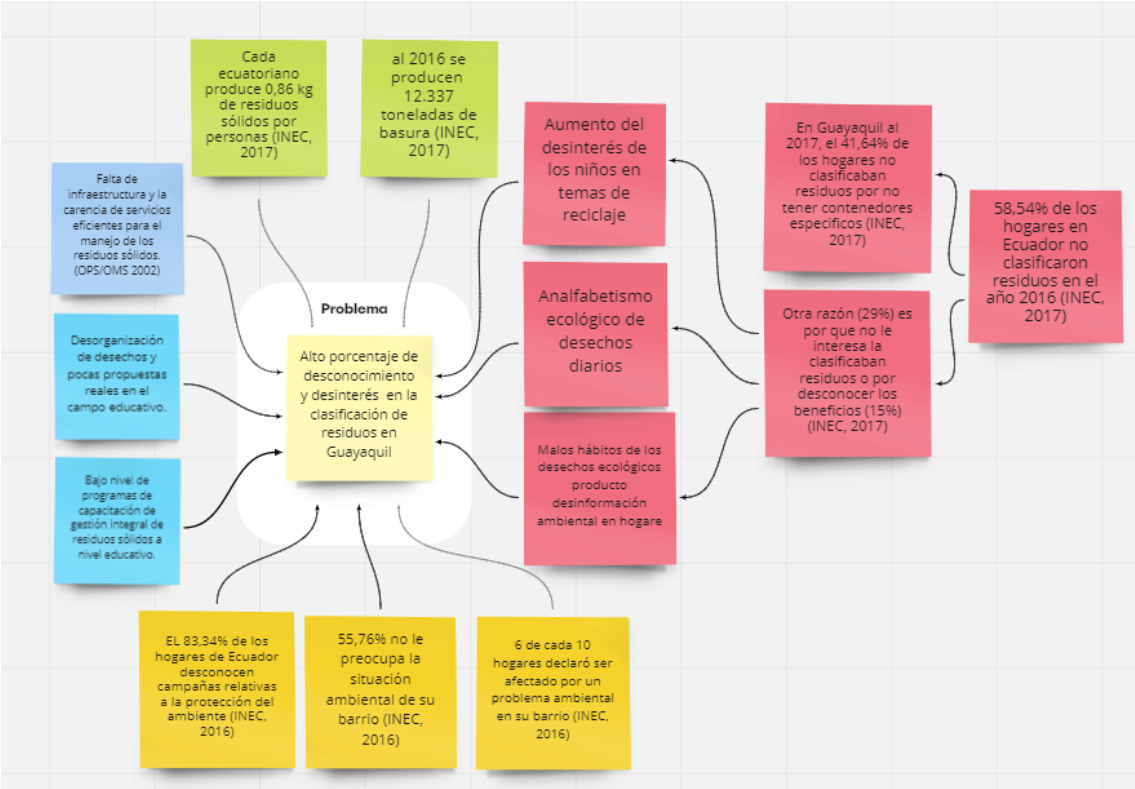
- Etapa 1) Búsqueda de imágenes, preparación y creación del data set.
- Etapa 2) Entrenamiento del modelo YOLOv5 y evaluación de métricas.
- Etapa 3) Despliegue del modelo en AWS y creación de repositorio en GitHub.
- Etapa 4) Diseño de los diagramas de bloques de cada uno de los componentes que tendrá Conciencia Ecológica, donde se observe la funcionalidad.
- Etapa 5) Simulación de cada uno de los componentes del Hardware, y bosquejo de la aplicación de la Tablet, a nivel básico, lo suficiente para que mostrar cómo sería la conexión entre el software y hardware.



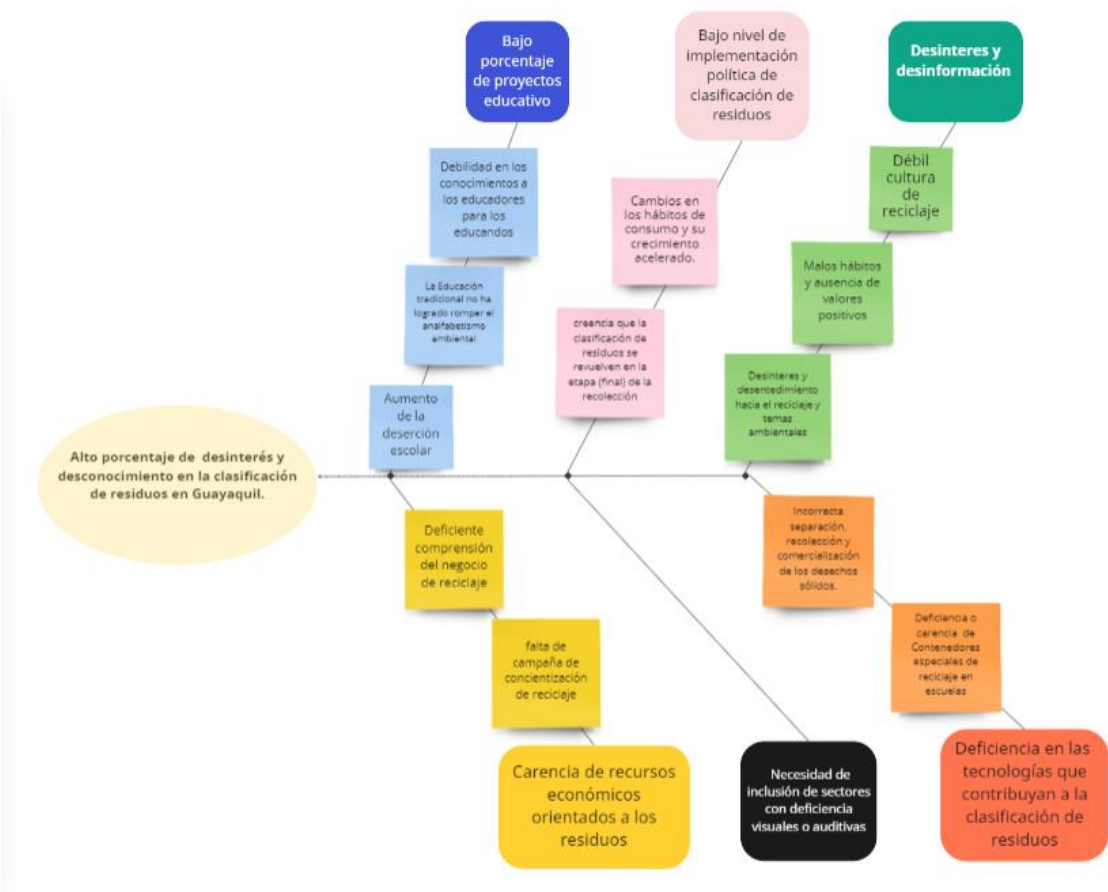
Gráfica 9. Etapas de Conciencia Ecológica.

ANEXO 1

Lluvias de ideas realizadas por el equipo durante la fase de planificación en la plataforma interactiva Miro para la descripción del problema.



Lluvias de ideas para las causas del problema.



ANEXO 2

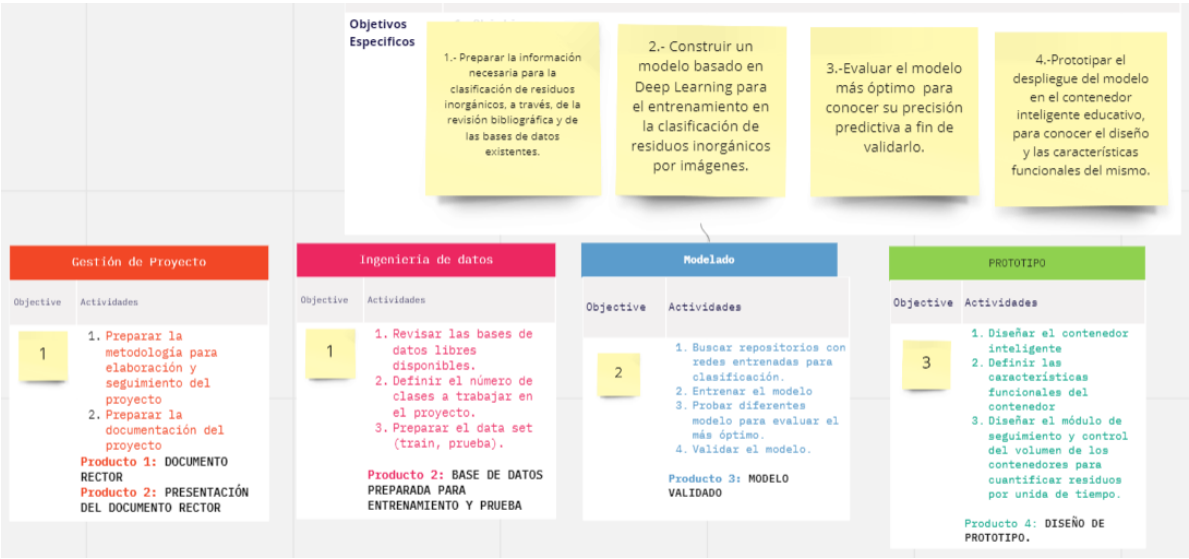
Empresas de reciclaje que al 2017 trabajan en Ecuador:

1. PRACTIPOWER
2. GADERE
3. INTERCIA
4. COMDAMET
5. EXPORFLASH
6. METALBEN
7. JED RECICLA
8. COMERCIAL ORELLANA
9. COMERCIAL ZUÑIGA
10. METALKING
11. SECLART
12. NATURECICLAJE
13. SEGINUS
14. RECIPLASTICOS

Fuente: <https://conexionnoticiasec.com/reciclaje-en-ecuador-51-empresas-que-trabajan-por-el-medio-ambiente/>

ANEXO 3

Objetivos específicos y actividades planificadas a través de la plataforma interactiva Miro.



BIBLIOGRAFÍA

- INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2017). Gestión de Residuos: Gestores [Datos en Línea]. En *Desechos sólidos recolectados al día*. Disponible: <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/VDATOS2-war/paginas/administracion/visualizador.xhtml> [Consulta: 2021, Diciembre 29].
- INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2017). Gestión de Residuos: Residuos [Datos en Línea]. En *Producción Per Capita de Residuos Sólidos*. Disponible: <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/VDATOS2-war/paginas/administracion/visualizador.xhtml>. [Consulta: 2021, Diciembre 29].
- PLAN V (2020). Ecuador, ahogado en basura, está lejos de cumplir las metas de los ODS al 2030. [Página Web en Línea]. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/ecuador-ahogado-basura-esta-lejos-cumplir-metas-ods-al-2030>. [Consulta: 2021, Diciembre 29].
- INEC, (Instituto Nacional de Estadística y Censos) Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales. (2016). *Información Ambiental en Hogares 2016* [Documento en Línea]. En *Desechos sólidos recolectados al día*. Disponible: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2016/Documento%20tecnico.pdf [Consulta: 2021, Diciembre 30].

Secretaría Técnica, Planifica Ecuador (2019), *Informe de avance al cumplimiento de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. Primera Edición, (julio 2019 Patria y 12 de Octubre Quito, Ecuador). [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/07/Informe-Avance-Agenda-2030-Ecuador-2019.pdf>. [Consulta: 2022, Enero 03].

Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y de foam y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón (Ordenanza N° 330)(2018, septiembre 19). [Transcripción en Línea]. Disponible: <https://apel.ec/biblioteca/guayaquil-ordenanza-para-regular-el-plastico-de-un-solo-uso/> [Consulta: 2022, Enero 04].

MinEduc, (Ministerio de Educación del Ecuador) (2018), *Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*. Primera edición, Quito-Ecuador. [Documento en Línea]. Disponible: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/Manual-BPA.pdf> [Consulta: 2022, Enero 03].

Corresponsables (2017). Reciclaje en colegios permite recuperar 50.000 kilos de residuos al año. [Página Web en Línea]. Disponible en: <https://ecuador.corresponsables.com/actualidad/reciclaje-colegios-recuperar-50000-kilos-residuos>. [Consulta: 2022, Enero 09].

Fundación El Triángulo (2018), *Guía Didáctica de Material Pedagógico Basado en Reciclaje y Reutilización*. [Documento en Línea]. Disponible:

<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Guia-Reciclaje-Reutilizacion.pdf>. [Consulta: 2022, Enero 03].

MinEduc, (Ministerio de Educación del Ecuador) (2019), *Guía Introductoria a la metodología TiNi: Tierra de niñas, niños y jóvenes para el Buen Vivir*, Tercera edición, Quito-Ecuador. [Documento en Línea]. Disponible: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/Manual-BPA.pdf> [Consulta: 2022, Enero 04].

INEC, (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2010). *El Censo Informa: Educación* [Documento en Línea]. Disponible: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/capitulo_educacion_censo_poblacion_vivienda.pdf [Consulta: 2022, Enero 04].

YOLOv5 (2020). *YOLOv5 in Pytorch*. [Página Web en Línea]. Disponible: <https://github.com/ultralytics/yolov5> [Consulta: 2022, Enero 12].

Fahad J., Janibul A., Abu N., Mitun K., Pranta B., Shahidullah K., Syeda S., Mizanur R., Amirul I. (2021). Detection of mold on the food surface using YOLOv5 Current Research in Food Science 4 (2021) 724–728. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.10.003>.

Qisong S., Shaobo L., Qiang B., Jing Y., Xingxing Z., Zhiang L., Zhongjing D. (2021). Object Detection Method for Grasping Robot Based on Improved YOLOv5. *Micromachines* 2021, 12, 1273. <https://doi.org/10.3390/mi12111273>.

Yu L., Yifan Z., Xize S., Hengwei D., Xiaohui C., (2021). Intelligent Solutions in Chest Abnormality Detection Based on YOLOv5 and ResNet50. *Hindawi Journal of*

Healthcare Engineering Volume 2021, Article ID 2267635, 11 pages
<https://doi.org/10.1155/2021/2267635>.

Bircanoğlu, C., Atay, M., Beser, F., Genc, O., Kizrak, M. (2018). RecycleNet: Intelligent Waste Sorting Using Deep Neural Networks. 10.1109/INISTA.2018.8466276.

Luma A.(2020). Recicla.IA: Sistema para clasificación de Residuos Sólidos Urbanos e implementación con sistema robótico. [Página Web en Línea]. Disponible en: <https://medium.com/saturdays-ai/recicla-ia-sistema-para-clasificaci%C3%B3n-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-e-implementaci%C3%B3n-con-sistema-bdf648809025>. [Consulta: 2022, Enero 12].