

Internet de las cosas para realizar un efectivo tratamiento de los desechos comunes en los procesos de reciclaje de las instituciones educativas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica

Internet of things to perform an effective treatment of common waste for recycling processes in educational institutions in the metropolitan area of Costa Rica

Beatriz María Badilla Mora¹

Luis Roberto Rodríguez²

Wayner Antonio Bonilla Bonilla³

Julio Córdoba Retana Aguilar⁴

Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología

2022

Resumen

Según el informe de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2020) en Costa Rica se recicla hasta cinco veces menos que en los países de la OCDE, prácticamente

¹ Nacida en San José, Costa Rica, egresada de la Universidad Latina de Costa Rica, cuenta con más de 15 años de experiencia como ingeniera informática. Desde el año 2009 ha liderado el departamento de soporte de empresas dedicadas al desarrollo de software.

Correo: bbadillam453@ulacid.ed.cr

<https://orcid.org/0000-0003-2472-8445>

² Nacido en San José, Costa Rica, egresado de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT). Cuenta con más de 10 años de experiencia en empresas multinacionales. Desde el año 2016 ha desempeñado roles de ingeniero y líder técnico en infraestructura de la nube, ingeniero de soporte de tecnologías Microsoft e ingeniero responsable de la implementación y mantenimiento de nuevas tecnologías a nivel corporativo.

<https://orcid.org/0000-0002-7129-1867>

Correo: lrodriguez042@ulacit.ed.cr

³ Nacido en Limón, Costa Rica, egresado del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Cuenta con más de 11 años de experiencia en análisis, diseño y desarrollo de software. Desde el año 2017 ha desempeñado roles de analista de negocio y líder TI relacionado a proyectos de implementación de sistemas en el sector financiero nacional.

<https://orcid.org/0000-0002-9923-7037>

Correo: wbonillab116@ulacit.ed.cr

⁴ Especialista en innovación con más de 20 años de experiencia en la gestión tecnológica en el mercado financiero latinoamericano en organizaciones como BAC Credomatic, Promerica, DaVivienda y Colpatria. Ha dirigido la innovación para clientes en Centroamérica, Panamá, República Dominicana, México, Colombia y Ecuador. Ha acompañado a más de 50 clientes en América Latina en la introducción de prácticas como Customer Experience, Design Thinking, Lean, Scrum, Kanban, Agilismo Escalado (SAFe), CMMi 2.0, ISO 9001, ITIL y COBIT. Dirigió con éxito la certificación de Grupo Babel en ISO 9001:2015 y la evaluación de CMMi Dev Nivel 3.

<https://orcid.org/0000-0002-1700-2358>

Correo: jcordobar022@ulacit.ed.cr

casi todos los residuos terminan en botaderos. Por esta razón la gestión de residuos se convierte en un tema clave que podría ser gestionado de una mejor manera gracias al Internet de las cosas (IoT). A su vez, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo la aplicación del Internet de las cosas revolucionaría el tratamiento de los desechos comunes en los procesos de reciclaje de las instituciones educativas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica? El alcance del estudio es obtener la apreciación de los profesionales de distintas áreas, en cuanto al manejo de los desechos comunes mediante el IoT. Para esto, se realizó un estudio cualitativo y de tipo exploratorio efectuando entrevistas a profesionales en tecnología, educación y reciclaje. Entre los principales hallazgos se determinó, por consenso, que en Costa Rica no se tiene una adecuada cultura de reciclaje; sin embargo, consideran que el IoT podría brindar una oportunidad atractiva para las instituciones educativas gracias a una economía circular que genere ingresos y a su vez el interés por parte de la población educativa para reciclar de manera apropiada.

Palabras clave: Internet de las cosas (IoT), tecnología, educación, gestión de residuos, reciclaje, innovación.

Abstract

According to the report of the Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2020) in Costa Rica up to five times less is recycled than in OECD countries, practically almost all waste ends up in dumps. For this reason, waste management becomes a key issue that could be managed in a better way thanks to the Internet of Things (IoT), therefore, the following research question was formulated: How the application of the Internet of Things would change the treatment of common waste for recycling in educational institutions in the Greater Metropolitan Area of Costa Rica? The scope of the study is to obtain the appreciation of professionals from different areas, regarding the management of common waste through the IoT. For this, a qualitative and exploratory study was carried out, conducting interviews with professionals in technology, education, and recycling. Among the main findings, it was determined that in Costa Rica there is not an adequate recycling culture, however, considering that the IoT could provide an attractive opportunity for educational institutions thanks to a circular economy that generates income and the interest of a big part of the educational population to recycle appropriately.

Keywords: Internet of Things (IoT), technology, education, waste management, recycling, innovation.

Introducción

El Internet de las cosas permite interconectar múltiples dispositivos y cuenta con la capacidad de transferir datos a través de una red sin dependencia humana, todo mediante procesos automatizados. Los sistemas involucrados con este conllevan la utilización de sensores que permiten la obtención de datos, así como la entrega de instrucciones a dispositivos que interactúan entre sí. Además, facilita que los sistemas reconozcan eventos y cambios, permitiéndoles reaccionar de forma autónoma y apropiada (Barrio Andrés, M, 2020). Su aplicación es muy amplia en los distintos sectores del mundo, siendo la educación uno de los campos en los que debe ser aprovechada de la mejor manera.

Dado que el uso de tecnología aplicada en la educación resulta ser tan eficaz con los jóvenes y que el tema del reciclaje está en boga, para este proyecto se desea evaluar cómo la aplicación del Internet de las cosas revolucionaría el tratamiento de los desechos comunes. Entre los aspectos relevantes se destaca el uso incorrecto de los desechos a pesar de los esfuerzos para implementar una cultura de reciclaje. Adicionalmente, se considera que la educación a través de la tecnología ha sido de gran efectividad, por lo que la aplicación del Internet de las cosas sería un insumo que impacte positivamente en el mejoramiento del ambiente.

Según datos del Ministerio de Salud, en el 2019 en Costa Rica se generó el equivalente al tamaño de 19 estadios nacionales en residuos. El 80% de estos puede ser recuperado para su valorización, por ejemplo: el vidrio, plástico tipo PET (por sus siglas en inglés de tereftalato polietileno), papel blanco o periódico, entre otros (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2021). De no ser tratados de manera correcta y oportuna terminarán en vertederos o rellenos sanitarios, o si no en los ríos y finalmente, en los mares.

Otro dato alarmante señalado por la Organización de Naciones Unidas indica que el 80% de la basura marina proviene de fuentes terrestres, en su mayoría por plásticos asociados a empaques de alimentos y bebidas; por lo cual apoyarse en instrumentos tecnológicos beneficiará no solo a tratar los desechos, sino también a concientizar a la población de los centros educativos para formar ciudadanos responsables que procuren mantener un desarrollo sostenible del medio ambiente (Naciones Unidas, 2022).

La intención es demostrar mediante una investigación cualitativa que la aplicación del Internet de las cosas en centros educativos costarricenses permitiría optimizar el proceso de la correcta clasificación de los desechos para su reciclaje y a la vez formar a la juventud costarricense en la cultura de reciclaje.

Este estudio contempla valorar el tratamiento de los desechos reciclables en los centros educativos que cuentan con cultura de reciclaje y que están ubicados en el Gran Área Metropolitana. Para esto, se buscó estimar el impacto actual que tiene el tratamiento de los desechos reciclables sin el uso del Internet de las cosas y como cambiaría con la implementación de dispositivos especiales que promuevan la adecuada clasificación de residuos.

Pregunta generadora

¿Cómo la aplicación del Internet de las cosas revolucionaría el tratamiento de los desechos comunes en los procesos de reciclaje de las instituciones educativas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica?

Objetivo general

Evaluar la aplicación del Internet de las cosas para revolucionar el tratamiento de los desechos reciclables en las instituciones educativas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

Objetivos específicos

1. Examinar dos experiencias de países que clasifiquen desechos por medio del Internet de las cosas.
2. Investigar las estadísticas de desechos comunes generados en Costa Rica durante los últimos 4 años.
3. Estimar las acciones que realizan las empresas públicas, privadas y de bien social para la separación, recuperación y valoración de los desechos comunes en Costa Rica.
4. Valorar las estrategias en las instituciones educativas de Costa Rica que permitan la gestión de desechos sólidos valorizables.
5. Establecer mediante un análisis cualitativo los desafíos tecnológicos, económicos y culturales que enfrentan las instituciones educativas en Costa Rica para implementar mecanismos que permitan gestionar los desechos comunes por medio del Internet de las cosas.
6. Justificar los beneficios del Internet de las cosas aplicado en el tratamiento de los desechos comunes en el reciclaje en las instituciones educativas de Costa Rica.

Forma de alcanzar los objetivos

Para lograr los objetivos de la investigación se realizó una revisión de fuentes primarias y secundarias de distintas bases de datos como Ebsco y Google Scholar, además de sitios oficiales. Se comprobó que el contenido fuese confiable y veraz, contribuyendo así con el análisis requerido.

Se consideraron artículos publicado por organizaciones internacionales como IEEE, ACM, Future-IoT, SciELO y la Organización de Las Naciones Unidas (ONU). También se consultaron estudios publicados por universidades y de autores independientes que abordan el tema del uso del Internet de las cosas aplicado a la gestión de residuos.

Por otro lado, como fuente primaria se aplicaron 15 entrevistas a actores claves en el tema de estudio, separándolos en tres grandes áreas de experiencia: tecnología, reciclaje y educación.

Revisión bibliográfica

Según la empresa Deloitte (2019), el Internet está transformado el mundo rápidamente, esto gracias a que sin la necesidad de intervención humana cualquier recurso puede conectarse a esta red e interactuar de máquina a máquina.

Para Kranz (2019) una de las tendencias con más influencia actualmente es el Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés). En esta los dispositivos recopilan y procesan información por la red a la que están conectados, con grandes beneficios para la población, entre ellos, tomar mejores decisiones y optimizar procesos.

La Universidad de Carlemany (2021) define el IoT como:

El Internet de las cosas es un sistema tecnológico que permite que los objetos se conecten a Internet y entre sí. Consiste en sistemas ciber físicos, computación integrada que usan la infraestructura de Internet y las aplicaciones y servicios que la utilizan. Se trata de una nueva tecnología que conecta casi todo lo que se hace. Facilita un ecosistema

interconectado de dispositivos y máquinas, lo que permite a los usuarios controlar sus dispositivos desde cualquier lugar. Hay muchos beneficios de esta nueva tecnología, como mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental (s. p.).

Por su parte, Joyanes Aguilar (2021) detalla el IoT de la siguiente manera:

Es uno de los términos más utilizados y populares en los medios de comunicación tanto analógicos como digitales. En la actualidad, es la espina dorsal sobre la que se sustenta junto con el Big Data la nueva tendencia de industria 4.0 (p. 22).

Esta nueva era ha desencadenado que el desarrollo de sensores inteligentes mejore continuamente los parámetros, como el bajo costo, el micro consumo de energía y la fiabilidad, lo que a su vez potencia la investigación y el desarrollo de una tecnología superior (Leading Sensors, 2021). Sin embargo, si se desea integrar la tecnología a la sociedad no se debe dejar de lado un aspecto fundamental que cita Vacca (2021), en el cual indica que las personas se consideran la próxima generación, debido a que con ellas se integran las infraestructuras físicas y digitales que se están desarrollando (p. 39).

Por fortuna, una de las ventajas que se puede aprovechar del IoT de manera colectiva es en el medio ambiente, con el uso de sensores y dispositivos inteligentes se logra optimizar los recursos, la eliminación de gastos innecesarios y reducir la huella de carbono con tal de promover la sostenibilidad. Los vertederos de residuos sólidos generan elevados índices de contaminación, por lo cual se debe facilitar a las poblaciones urbanas a controlar la producción, eliminación y gestión de residuos, generando planes enfocados al reciclaje, reutilización de productos y la eliminación adecuada de los desechos según Drava (2021).

España es uno de los países que lo ha aplicado con éxito, debido a que ha logrado clasificar desechos por medio del IoT. Para Libelium (2022), empresa dedicada al desarrollo de tecnologías, la solución IoT para la gestión de residuos incluye sensores inteligentes en contenedores, ya que envía datos a un sistema en la nube mediante diferentes protocolos de comunicación como Sigfox (redes wi-fi o redes celulares) y LoRaWAN (redes de baja potencia y área amplia). Estos permiten verificar el nivel de llenado del contenedor en tiempo real, además predicen cuándo no tendrá capacidad para recibir más material analizando los datos históricos, con el objetivo de aumentar la eficiencia y brindar un servicio de alta calidad para mejorar el bienestar de la población, así como disminuir los costos operativos.

Otro caso de éxito es la empresa Bin-e con sede en Polonia. Esta ha diseñado un contenedor de basura inteligente, el cual permite clasificar y comprimir los residuos automáticamente mediante los siguientes pasos (Bin-e, 2020):

- La persona solamente debe tirar los desechos dentro del contenedor de basura inteligente y este, a través de reconocimiento basado en IA (por sus siglas en español de Inteligencia Artificial) identificará el tipo de residuo que se desechó.
- Automáticamente el residuo es ubicado en la clasificación respectiva.

- En caso de que el residuo sea plástico o papel este se comprime automáticamente para reducir el volumen y disminuir la frecuencia con que se debe verter el contenedor.
- Contiene sensores que permiten notificar en caso de que el contenedor se encuentre lleno, mediante una alerta al celular para que el personal de recogida se haga presente para recolectar los residuos.
- Los datos que se recopilan del contenedor se transfieren a un sistema alojado en la nube y se procesan en tiempo real, con lo cual se proporciona información valiosa sobre las operaciones de gestión de residuos.
- Se muestran estadísticas detalladas sobre los residuos recolectados, informes de responsabilidad social, se emiten alertas de nivel de llenado y el estado técnico de los contenedores de basura inteligentes.

Este contenedor de basura inteligente ha logrado un 70% menos de costo en la gestión de residuos principalmente porque permite monitorear los desechos. Además, la clasificación de residuos tiene un 90% de precisión, se reduce a la mitad la frecuencia de vaciado de los contenedores, lo que implica menos emisiones de dióxido de carbono en el transporte por recolección (Innoenergy, 2022).

Se debe tener en cuenta que la inteligencia artificial está estrechamente relacionada con el IoT, con ella se logra obtener resultados que el cerebro humano no puede realizar en pocos segundos. Por ejemplo, detectar valores atípicos, los cuales favorecen a la toma de decisiones que permiten oportunidades de mejorar la eficiencia o evitan problemas futuros de manera preventiva (Dubrova, 2022).

Por otra parte, los 5 países conformados por Alemania, Corea del Sur, Austria, Países Bajos e Italia lideraron las tasas de recuperación de materias de residuos municipales para el 2020, con las siguientes cifras por porcentaje de reciclaje respectivamente 67.1%, 59.7%, 59%, 56.8%, 55.4%. Mientras que Costa Rica tiene un porcentaje de reciclaje del 6.2% (Statista, 2022).

Respecto al ámbito nacional, el Ministerio de Salud de Costa Rica (2022) detalla que:

Del total de residuos ordinarios producidos en el 2020, 1.181.662 toneladas fueron en hogares y 277.626 toneladas en comercios y otros. Por otra parte, en el 2020 se aumentó en un 12% la recuperación de residuos valorizables, pasando de 39.826,5 toneladas en el 2019 a 45.510,6 toneladas en el 2020, siendo los productos de papel y cartón lo más reciclados por los costarricenses, resultado de iniciativas país como el Plan de Acción para la gestión integral de residuos, así como el Plan Nacional de Compostaje (s.p.).

En la tabla 1 se detalla la situación de la cantidad de producción de basura distribuida por provincias.

Tabla 1

Resumen de la generación de residuos sólidos por provincia para el año 2018

Provincia	Toneladas anuales 2018	% de contribución
San José	514,643	36
Alajuela	279,885	19
Heredia	165,843	12
Cartago	128,817	9
Puntarenas	127,389	9
Limón	108,632	8
Guanacaste	107,407	7

Nota: Soto (2019)

En la tabla 2 se detalla la situación de la cantidad de producción de basura distribuida por los cantones con mayor generación de residuos:

Tabla 2

Cantones con la mayor generación de residuos a nivel nacional

Toneladas anuales		
Cantón	Residuos Solidos	Porcentaje de participación
San José	142,592	9.974%
Alajuela	99,471	6.958%
Heredia	58,771	4.111%
Desamparados	54,644	3.822%
San Carlos	50,329	3.520%
Goicoechea	46,090	3.224%
Perez Zeledón	41,599	2.910%
Cartago	40,702	2.847%
Limón	37,720	2.638%
Puntarenas	36,701	2.567%
Alajuelita	32,940	2.304%
Liberia	32,705	2.288%
Escazú	29,819	2.086%
Pococí	28,244	1.976%

Nota Soto (2019)

En el año 2020 solo el 6,2% de toda la basura producida en Costa Rica se logró recuperar a través de reciclaje, compostaje o coprocesamiento; el 83,9%, fue directamente a rellenos sanitarios o vertederos sin manejo previo. Se desconoce el paradero del restante 9,9% (González, 2022).

Costa Rica ha estado realizando esfuerzos considerables para dar un mejor manejo a los residuos de los costarricenses. Para ello cuenta con varios reglamentos mencionados a continuación según la investigación realizada por Calvo (2022):

- *Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos* (5 de mayo del 2010).
- *Reglamento para la Disposición Final de Medicamentos, Materias Primas y sus Residuos* (24 de junio del 2010).
- *Reglamento Sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios* (16 de agosto del 2010).
- *Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos* (18 de julio del 2013).
- *Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial* (24 de marzo del 2014).

De acuerdo con la *Ley No. 8839*, se establece que su aplicación es una responsabilidad compartida que requiere una participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los productores, importadores, distribuidores, consumidores, gestores de residuos, tanto públicos como privados (s.p.).

Adicionalmente, dentro de los aportes del gobierno de Costa Rica se destaca una inversión en el Instituto de Desarrollo Rural (INDER), según se detalla en el informe de la Presidencia de Costa Rica (2021)

El INDER está llevando a cabo una serie de iniciativas a lo largo y ancho del país para poder alcanzar las metas propuestas en el plan nacional de descarbonización en materia de gestión de residuos. Para esto está realizando una inversión con una inversión de más de $\text{¢}1.320$ millones. Dentro de estas iniciativas se destaca:

1. Proyecto Regional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Provincia de Cartago + Desamparados.
2. Parque Tecnológico Socio Ambiental del Territorio Siquirres Guácimo (PATESA).
3. Planta para fabricar bloques de plástico reciclado en el cantón de Mora.
4. Parque Tecnológico Ambiental de Santa Cruz.
5. Equipamiento del Centro de Recuperación y Valorización de Residuos de la Cooperativa de Servicios Ambientales (Coopeambiente) de Ciudad Quesada, San Carlos.
6. Construcción, remodelación y ampliación del Centro de Transferencias de Residuos.
7. Valorizables y Ampliación del Centro de Compostaje de la Municipalidad de Jiménez (s.p.).

Según detalla Alberto Quesada, asesor de Incidencia Política de la Fundación MarViva en una entrevista a Seminario Universidad de la UCR, uno de los contaminantes más persistentes y considerables en los mares son los plásticos, no solo en Costa Rica, sino a nivel mundial. Las cifras de ONU Ambiente indican que en algunas zonas del océano hasta el 80% o 90% de la basura es plástico (Quesada, 2019).

Adicionalmente, Quesada (2019) explica que:

Un total de 8 millones de toneladas de desechos plásticos llegan cada año a los océanos, producto de la mala gestión, de una sociedad enfocada fundamentalmente en el consumo y con malas prácticas de consumo. En Costa Rica intentamos hacer una aproximación y concluimos que aproximadamente entre 110 y 170 toneladas métricas de basura van al ambiente, un alto porcentaje llegan al mar (s.p.).

El gobierno de Costa Rica también propuso *El Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos 2019-2025*; con el cual solucionaría el manejo inadecuado de los residuos sólidos en el país. No obstante, este plan de acción pone sobre la mesa una serie de interrogantes; en su mayoría, cuestionamientos de muchos años y que siguen sin tener una propuesta clara y contundente, lo que muestra que las debilidades de nuestra gobernanza en materia de residuos siguen sin resolverse. En resumen, el *Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos 2019-2025* viene a presentar una nueva ruta para orientar la gestión de los residuos que está llena de vacíos, sin contar todavía con una plataforma de información para la gestión de residuos, sin seguridad de la información técnica que lo sustenta, sin posibilidad de evaluarse y desconectada de la realidad nacional (Quesada, 2021).

Otra de las grandes problemáticas del mal manejo de residuos resulta en una gran contaminación en los ríos. Para contrarrestar esta problemática, Costa Rica contará con un sistema llamado “Interceptor”, el cual eliminará los residuos flotantes y suspendidos de la capa superior de las aguas de uno de los ríos más contaminados de su región, el Tárcoles. El dispositivo será facilitado por la organización *The Ocean Cleanup*, una organización sin fines de lucro que desarrolla tecnologías avanzadas para eliminar el plástico de los océanos del mundo. El interceptor que se proyecta instalar en el Tárcoles puede almacenar hasta 50 metros cúbicos de residuos antes de tener que vaciarlo y trabaja en etapas: barrera, cinta transportadora, lanzadera, contenedores de residuos, vaciado y reciclado (Garza, 2021).

Por otro lado, el sector empresarial costarricense realiza acciones para la separación, recuperación y valoración de los desechos comunes, entre ellas destaca el programa *Punto Limpio Móvil*, con el objetivo de facilitar la recolección de envases y empaques para su reciclaje. Según Villalobos (2021), “se realiza por medio de una alianza público-privada en la que participan empresas como Auto Mercado, Coca Cola, Ministerio de Salud, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), así como la Fundación Aliarse”.

Esta iniciativa mostró resultados alentadores en el 2021. Según Alianza Empresarial para el Desarrollo (2022)

El programa *Punto Limpio Móvil* suma más de 15 toneladas de materiales recolectados desde que empezó a operar a finales del 2019. Entre enero y mayo recuperó más de 5,8 toneladas de residuos valorizables, lo cual significa un aumento de un 120%, en comparación con el mismo periodo del año 2021. Para el año 2022 la distribución por tipo de residuos valorizables fue un 33% vidrio; un

26% botellas de bebidas y jugos, bandejas de comidas, aluminio y empaques tetrapack; y un 41% a otros residuos, entre ellos cartón, papel y empaques plásticos polilaminados.

Todo el material recuperado durante ese periodo equivale a llenar 13 camiones recolectores de residuos que, gracias a esta iniciativa, dejaron de ingresar a un relleno sanitario. Esto representa el ahorro de casi 272 mil horas de bombillos encendidos de 100w o de 1.920 duchas menos de 5 minutos. Este programa también registró un 28% de incremento en la cantidad de visitas de personas que dejaron sus residuos valorizables entre enero y mayo, en comparación con el mismo periodo de 2021.

En cuanto a la recolección de vidrio, la compañía Grupo Vical recoge este material por medio de compañías y alianzas con instituciones como municipalidades, universidades y comunidades. Costa Rica aporta un 14% del vidrio recuperado en Centroamérica. Eso lo posiciona como el segundo país de la región que más recicla (Garza, 2019).

Según Rodríguez (2019), señala que en el caso del plástico:

Hay una iniciativa público-privada llamada Ecolones, que fomenta el reciclaje entre la población mediante reconocimientos en cupones, promociones y canjes en comercios.

Cerca de 25 empresas se han acercado a Ecolones, tanto para participar en campañas de recolección como para ofrecer alianzas y descuentos a personas que reciclen.

Gracias a esta iniciativa, se estableció un récord Guinness de recolección de plástico, en un espacio de ocho horas.

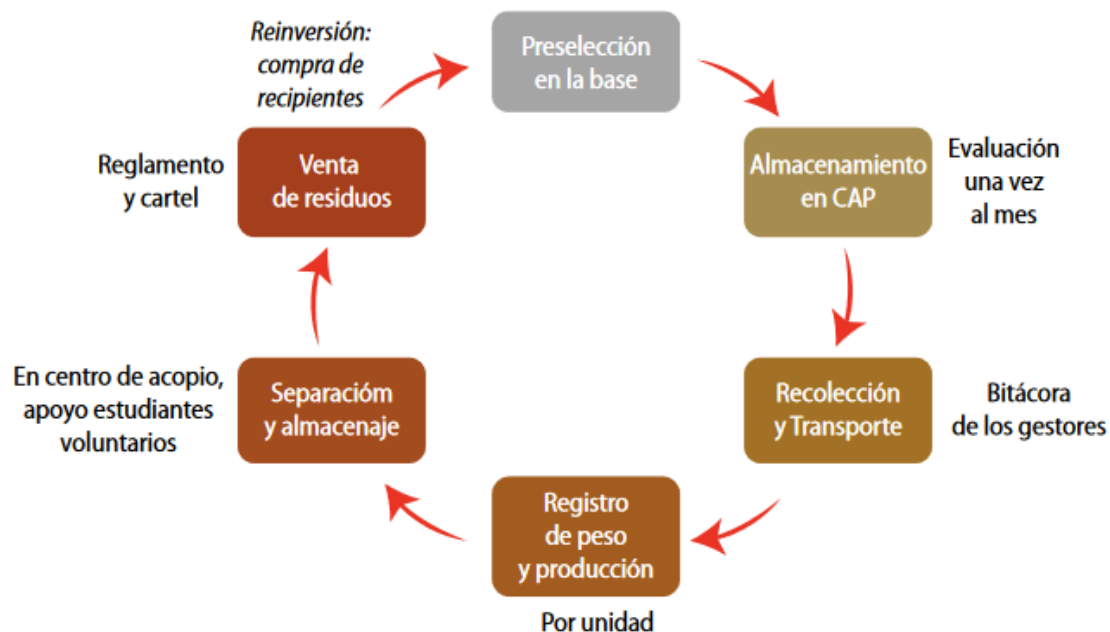
En total se logró recolectar 30 toneladas de botellas plásticas.

Entre las fuentes de origen de estos envases se incluyeron centros educativos, parques empresariales y zonas francas (s.p.).

En cuanto a las estrategias de las instituciones educativas, la Universidad Nacional de Costa Rica incorporó su programa de *Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Según explica Salazar, Campos y Garita (2021), en la figura 1 se aprecia el detalle del proceso que inicia desde la preselección hasta culminar con la venta de los residuos.

Figura 1

Proceso del manejo de residuos valorizables en la UNA

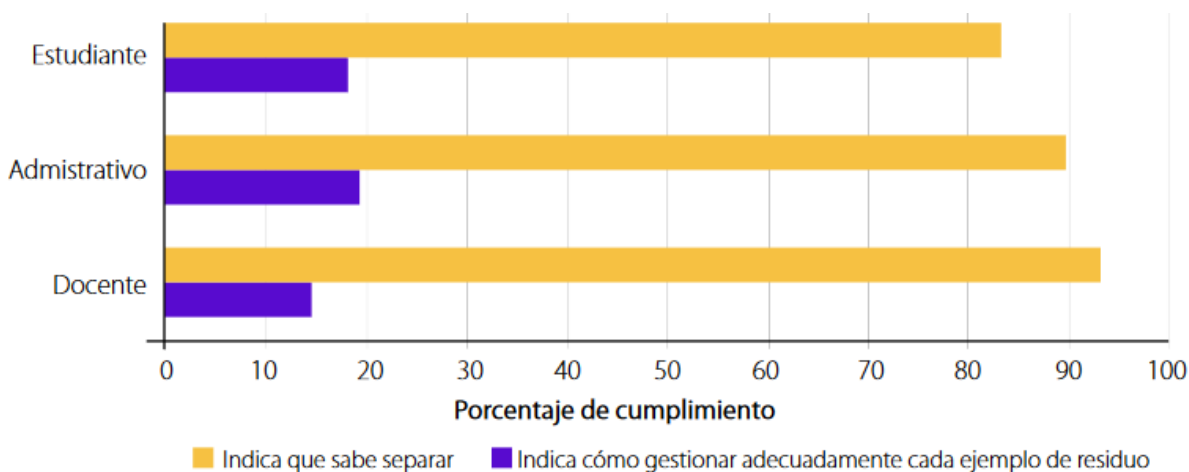


Nota: adaptado de “Factores de éxito para la gestión de residuos sólidos valorizables en la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Central en Heredia” (p. 107), por Salazar, Campos y Garita (2021), BIoTensis, 32(1).

Tal y como mencionan Salazar *et al.* (2021) en su estudio realizado al personal docente, administrativo y estudiantes de la UNA, la mayoría de la población encuestada indica que tiene conocimiento en los siguientes tres tópicos: primeramente, que saben distinguir entre los conceptos de residuo reciclable y desecho; segundo, saben de la existencia del *Plan de Gestión de Residuos* de la UNA; y, por último, que saben separar los residuos correctamente. Sin embargo, éste último grupo de personas que indicó conocimiento en la separación de los residuos demostró en la práctica que no lo hacen adecuadamente, así lo demuestra la figura 2 (pp. 110-111).

Figura 2

Conocimiento en separación de residuos, en poblaciones de la UNA



Nota: adaptado de “Factores de éxito para la gestión de residuos sólidos valorizables en la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Central en Heredia” (p. 111), por Salazar, Campos y Garita (2021), *BIoTenosis*, 32(1).

Además, Salazar *et al.* (2021) exponen los resultados de las barreras evaluadas desde dos perspectivas: barreras para separar los residuos y barreras para capacitarse. En el caso de la primera barrera la población entrevistada indica que se debe a la falta de conocimientos y en el caso de la segunda los entrevistados indican que se debe a la falta de tiempo.

Por último, el Instituto Tecnológico de Costa Rica es otra de las instituciones educativas que se une a los esfuerzos por preservar el ambiente por medio del reciclaje. Rodríguez, Mejías y Vindas (2021) afirman que “la Universidad ha sobresalido por su reconocido desempeño ambiental. Sin embargo, asegurar la adecuada gestión de los residuos sólidos sigue siendo parte de los principales retos que afronta” (p. 6)

Según lo menciona Rodríguez *et al.* (2021):

En los últimos años la creación de medidas para asegurar la gestión integral de los residuos sólidos ha sido un eje primordial para la Universidad, pues su implementación no solo lograría reducir los impactos que conlleva la disposición de estos materiales en los rellenos sanitarios, sino que reafirmaría el compromiso del Tecnológico de Costa Rica en formar profesionales con alta conciencia ambiental (p.7.).

Metodología

De acuerdo con Sánchez y Murillo (2021) el método científico se emplea como instrumento para resolver los problemas planteados en una investigación. Para aplicarlo se recurre a reglas de validez y aceptación, así como la asignación de un rol de investigador mediante un proceso a través del cual se genera conocimiento de la realidad, con la intención de explicarla, comprenderla, y transformarla (p. 150).

De este modo, apegado al método científico, se detalla en el presente apartado los aspectos fundamentales de los componentes y actividades de la investigación, entre ellos el enfoque, tipo de estudio, la población, la muestra seleccionada e instrumento de recolección de datos (MacCombes y Geroge, 2022, s.p.) (Traducción libre del autor).

El enfoque de esta investigación es cualitativo pues, tal como lo menciona Maxwell (2019):

Las fortalezas de la investigación cualitativa provienen en gran parte de este proceso orientado al mundo y del enfoque inductivo, de su eje en situaciones o personas específicas y del énfasis en las descripciones en vez de en los números que ello requiere (p. 39).

Asimismo, el tipo de estudio es exploratorio, esto porque se considera que la investigación está recolectando información para brindar un análisis de resultados preciso basado en un proyecto inexistente en el territorio costarricense. Hernández, Fernández y Baptista. (2014) detallan los estudios exploratorios de la siguiente manera:

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados (p.19).

Según explica Hernández *et al.* (2014), se debe definir primero una unidad de muestreo o análisis que puede ser individuos, organizaciones, periodos, comunidades, situaciones, eventos y otros. Una vez definida la unidad de muestreo o análisis se delimita la población. Además, señala la muestra como un subgrupo de dicha población; es decir, un subconjunto de elementos que pertenecen al conjunto definido por sus características denominada a la población (pp. 173-175). Por tanto, se define para la presente investigación como unidad de muestreo a individuos o personas docentes, expertos en reciclaje o residuos y personas expertas en IoT.

Por consiguiente, se considera que para abordar las diferentes perspectivas la población se limita a las personas que habitan en Costa Rica, que sean mayores de edad y que desempeñen activamente labores cotidianas que involucren algunas de las siguientes tres áreas: tecnología, reciclaje o manejo de residuos; educación.

Basado en Niño (2019) indica que:

Cuando se trata de especificar el objeto de estudio, es necesario partir de la identificación de la población que se va a estudiar, constituida por una totalidad de unidades, vale decir, por todos aquellos elementos (personas, animales, objetos, sucesos, fenómenos, etcétera) que puedan conformar el ámbito de la investigación (p. 54).

En cuanto a la muestra, se definió un subconjunto de la población previamente definida y con el fin de abarcar los objetivos de la investigación. Se eligieron 15 personas expertas que están involucrados en algunas de las tres áreas antes mencionadas, a las cuales se les distribuyó de la

siguiente manera: cinco del sector de tecnología, siete individuos del sector educación y tres individuos involucrados en actividades de reciclaje o residuos.

Según Hernández-Ávila (2019) los tipos de muestreo se clasifican en dos grandes grupos. Primero, los probabilísticos, estos se basan en el fundamento de equiprobabilidad, ya que utilizan métodos que buscan que todos los sujetos de una población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados para representarla y formar parte de la muestra. El otro tipo de muestreo es el no probabilístico, en el cual se seleccionan cuidadosamente a los sujetos de la población utilizando criterios específicos, buscando hasta donde sea posible representatividad. Aun así, no se utilizan para la inferencia de resultados sobre la población.

Para el tipo de muestreo se determinó el no probabilístico, ya que se selecciona cuidadosamente individuos involucrados en las áreas de tecnología, reciclaje o residuos y educación. Esto en busca de una representación del criterio general de la población de estudio.

Para esta investigación se utilizó la entrevista como herramienta de recolección de datos. Esta se aplicó un total de 15 entrevistas a personas seleccionadas a criterio de los investigadores, con base en la muestra definida y tuvo una duración menor a 40 minutos. Las entrevistas se realizan de manera virtual mediante la plataforma Microsoft Teams, Zoom o de forma presencial. Para esto se definió una serie de preguntas semiestructuradas fundamentadas en una guía de temas por analizar y con la posibilidad de adicionar preguntas para profundizar y cubrir el alcance de los objetivos de la investigación.

De acuerdo con Pérez, Pérez y Seca (2020) para formular una buena entrevista se tiene en cuenta varios pasos. Entre ellos se debe seleccionar al entrevistado, el cual es clave que tenga conocimiento específico sobre el área a abordar. En un segundo punto es indispensable conectar con el entrevistado acordando una fecha y lugar factible para ambas partes. El tercer punto es tener claro que no es un cuestionario lo que se le va a aplicar al entrevistado, sino que se debe tener una conversación que fluya y permita generar preguntas y respuestas de ambas partes. Como cuarto punto es clave grabar las entrevistas para estudiar posteriormente la entrevista con detenimiento.

Por lo cual, las respuestas y la información se procesa según cada objetivo específico. Posteriormente, se realiza un análisis de lo obtenido con el fin de determinar los resultados aportados con cada entrevista. En el Anexo A se presenta la guía de la entrevista con las preguntas planteadas según el área de experiencia del entrevistado.

En relación con la hipótesis en una investigación con enfoque cualitativo, Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) se refieren a esta de la siguiente manera:

En raras ocasiones se establecen antes de ingresar en el ambiente o contexto y comenzar la recolección de los datos. Mas bien, durante el proceso, el investigador va generando hipótesis de trabajo que se afinan paulatinamente conforme se recaban los datos, o las hipótesis son uno de los resultados del estudio. Las hipótesis se modifican sobre la base de los razonamientos del investigador, las experiencias y las circunstancias (p. 401).

Se plantea la hipótesis con base en la información de la revisión bibliográfica y las entrevistas realizadas: la aplicación de IoT puede fomentar la cultura de reciclaje de la población educativa en Costa Rica, mediante el uso apropiado de recursos económicos y de talento humano necesarios para la creación y gestión de aplicaciones tecnológicas que complementen e incentiven el adecuado tratamiento de los desechos comunes.

Análisis de resultados

Las entrevistas se realizaron mediante convocatorias a sesiones por medio de MS Teams y Zoom. La duración de las sesiones rondó entre 30 y 40 minutos. Las preguntas fueron abiertas, lo que permitió obtener diferentes apreciaciones de los entrevistados respecto al Internet de las cosas y al tratamiento de los desechos reciclables. Además, durante el desarrollo de las entrevistas prevaleció un flujo natural en la conversación, con lo cual se contribuye a introducir nuevas interrogantes por parte de los investigadores con el fin de profundizar o cubrir aspectos no considerados en la entrevista base, pero que resultó enriquecedor dado el aporte de los entrevistados.

Los entrevistados fueron categorizados en tres áreas de conocimiento: tecnología, educación y reciclaje o recolección de residuos. Inicialmente se solicitó la participación a 27 personas que calificaban en alguna de las áreas antes citadas, con la siguiente distribución: nueve personas de tecnología, siete de educación y once de reciclaje. De los cuales 15 personas confirmaron la participación quedando la distribución final por categoría de la siguiente manera: cinco personas de tecnología, siete de educación y tres de reciclaje o recolección de residuos. Cabe mencionar que en el área educación se identifican dos subgrupos: educadores y estudiantes universitarios; seis son educadores en instituciones educativas de Costa Rica y dos son estudiantes universitarios.

En el área de tecnología se contó con las entrevistas de dos personas que han trabajado en proyectos de IoT y las tres restantes son ingenieros que se desempeñan en el área de la tecnología donde aplican el IoT de manera ocasional. Sin embargo, uno de ellos dedica la mayor parte de sus funciones a proyectos del IoT, debido a que la empresa donde labora tiene este enfoque desde el año 2017, la cual cuenta también con un programa social con el fin de cerrar la brecha digital existente, además de investigar y promover soluciones donde buscan la mayor eficacia en el uso de los recursos naturales, condiciones controladas que aseguren mayor producción en la agricultura mediante el Internet de las cosas.

A estos cinco expertos se les preguntó sobre el aporte que puede brindar el IoT para la gestión de residuos para el reciclaje; en síntesis, todos concordaron que este llegaría a beneficiar en este proceso. No obstante, ofrecieron puntos de vista diferentes, entre ellos la importancia de monitorear y medir, debido a que estos dos aspectos son fundamentales en la gestión y forman parte del ciclo PDCA (por sus siglas en inglés de Plan, Do, Check y Act) o conocido también como el Ciclo de Deming y la mejora continua. Sin dejar de lado que esta herramienta podría mejorar el proceso de clasificación de residuos. En la actualidad la mayoría de las personas depositan el desecho en compartimientos incorrectos, mezclan residuos valorizables entre ellos o en el peor escenario, residuos valorizables con desechos orgánicos dentro del mismo contenedor.

Al mismo tiempo, las personas entrevistadas rescatan el aporte generado de los datos que proporcionan los dispositivos de IoT debido a que recolectan y reaccionan constantemente a información de los desechos clasificados, esto con el objetivo de tratar efectivamente los desechos comunes; para lo cual los datos se deben organizar, comprender y refinar, con el fin de tomar decisiones estratégicas.

Agregado a lo anterior, la tecnología se puede emplear en este tipo de proyectos desde pequeños sensores que contribuyan a seleccionar, separar, ordenar y tratar los desechos que se generan en las instituciones educativas. También para mantener informado al personal respecto a la cantidad de material reciclado en tiempo real y hasta implementar la trazabilidad para un efectivo transporte de la recolección de este por medio de radiolocalizadores. Por lo tanto, se puede emplear el uso de la tecnología desde que el desecho se genera hasta que llega a un centro de acopio para su debido tratamiento.

Cuando se les consulta a los entrevistados del área de tecnología sobre el principal desafío al que se enfrentan las instituciones educativas para la implementación de mecanismos de IoT en la gestión de residuos para reciclaje, estas personas indican respuestas variadas, entre ellas: la infraestructura tecnológica, el nulo o reducido presupuesto y la poca cultura del reciclaje del costarricense. Estos tres aspectos forman una triada, la cual es fundamental para alcanzar el éxito de un proyecto sobre gestión integral de residuos.

Otra de las preguntas abordadas es si en Costa Rica existe talento humano capacitado para realizar este tipo de proyectos. Ante esta cuestión las personas entrevistadas concuerdan que sí hay personal capacitado, a pesar de ser un tema reciente en el país. Sin embargo, la tecnología poco a poco se va abordando desde edades tempranas facilitando a cerrar la brecha digital existente en la población costarricense. También se identifica dos puntos de mejora: por una parte, los docentes deben capacitarse; por otra, las universidades deben promover carreras especializadas en IoT. No obstante, el IoT tiene la virtud de integrarse con múltiples disciplinas, por ejemplo, participan desde ingenieros en mecatrónica, informáticos, eléctricos, entre otros; cada una de estas áreas de conocimiento aplican conceptos de análisis de datos, inteligencia artificial, computación en la nube y conectividad de dispositivos.

Aprovechando la experiencia en tecnología de las personas entrevistadas se les planteó la pregunta sobre el conocimiento de la gestión de residuos por medio de la tecnología, ya sea implementando algún mecanismo o que hayan leído al respecto para instituciones educativas. Al respecto se obtuvo un 100% de respuesta negativa, por lo que se evidencia desconocimiento en el tema.

En cuanto al área educación, de las siete personas entrevistadas únicamente una de ellas trabaja en una institución educativa que no recicla actualmente. Cabe aclarar que se trata de una escuela ubicada en zona rural y es descrita por la profesora como un lugar de mucha problemática social y económica, por lo que, temas como el reciclaje y la educación en general son difíciles de abordar. En esta institución se instalaron estañones dedicados al reciclaje años atrás, pero por la falta de cultura de reciclaje y problemas de educación presentados en la institución y en los hogares de los estudiantes la iniciativa dejó de funcionar.

Seis de las siete personas relacionadas al sector educación confirmaron que las instituciones donde laboran o estudian sí reciclan. Sin embargo, todos consideran que existen oportunidades de mejorar la forma en que se recicla actualmente. En la figura 3 se detallan las sugerencias para mejorar la cultura de reciclaje recopiladas en la investigación.

Figura 3.

Sugerencias recopiladas en las entrevistas para fomentar la cultura de reciclaje



Nota: elaboración propia

Asimismo, se entrevistó a un costarricense egresado de la universidad de John Brown ubicada en el estado de Arkansas en Estados Unidos. Con su testimonio se recopiló información sobre el manejo de residuos en otras instituciones educativas fuera de Costa Rica. Parte de las normas exigidas dentro de la universidad es que un 45% de todos los residuos deben ser destinados a reciclaje, además se fomenta la efectiva clasificación mediante distintas campañas y botes dedicados al reciclaje debidamente demarcados alrededor de toda la universidad, incluyendo habitaciones, aulas y cocina. La cultura de reciclaje en otros países es alta y se continúa haciendo conciencia desde las instituciones dedicadas a la educación.

Cinco de las seis personas involucradas con el sector educación en Costa Rica compartieron las distintas estrategias que llevan a cabo para incentivar la recolección de desechos para reciclaje, estas se resumen en la siguiente lista:

1. Contenedores para reciclaje alrededor de la institución.
2. Correcta demarcación de los centros de acopio de reciclaje para la adecuada clasificación.
3. Capacitaciones a los educadores.
4. Reconocimientos por mayor cantidad de reciclaje recolectado durante un periodo determinado.
5. Convenios con municipalidades para la recolección.

Al consultar a los profesionales en educación acerca de la implementación de IoT para facilitar y promover el proceso de reciclaje en las instituciones educativas, el 100% de los entrevistados consideraron que la tecnología puede ayudar considerablemente en aumentar la cantidad de población estudiantil interesada en reciclar y en aprender cómo hacerlo de manera correcta.

Las nuevas generaciones son conocidas por ser ágiles con la tecnología y por mostrar gran interés en aprender cómo utilizarla. Por su parte el personal docente considera que un proyecto tecnológico resultaría de gran interés para los estudiantes. Adicionalmente, indicaron como retroalimentación las siguientes tres ideas: primero agregar en los requerimientos de las aplicaciones informáticas programas de recompensas, que promuevan competencias a nivel

institucional y nacional en cuanto al registro de la cantidad de material que se ha reciclado a la fecha, segundo utilizar energías eco amigables como paneles solares y tercero que la proceso de separación de desechos automatizado sea completamente visible de principio a fin, esto quiere decir, que el estudiante pueda ver que sucede desde el momento en que deposita el residuo, luego cuando es categorizado y por último cuando es depositado por brazos mecánicos en el bote respectivo según el tipo de material.

El 100% de las personas entrevistadas relacionadas con educación consideraron que existen desafíos que limitan y entorpecen los procesos de reciclaje en las instituciones educativas. En relación con la propuesta de aplicar IoT para mejorar dicho proceso también mencionaron tres factores que pueden afectar negativamente el éxito de la implementación, estos son: los tecnológicos, culturales y económicos.

Estos factores se explican según el análisis realizado a continuación:

- Tecnológicos
 - Desconocimiento de las capacidades tecnológicas por entes superiores en la educación pública.
 - Falta de un proyecto consolidado que permita la clasificación inteligente de residuos para reciclaje.
 - Infraestructura tecnológica inexistente para permitir conexión a Internet.
- Culturales
 - Poco conocimiento e incentivo del reciclaje dentro de los hogares de los estudiantes.
 - Desinterés por aprender sobre y el cómo cuidar del ambiente.
 - Poco o nulo interés por reciclar de manera correcta los residuos.
- Económicos:
 - Falta de presupuesto para incentivar y apoyar un proyecto de reciclaje mediante la tecnología a nivel nacional.
 - Mal manejo de recursos para proyectos en pro del ambiente por parte del estado.
 - Recursos utilizados para la implementación de proyectos, pero no para el mantenimiento de estos.

Por último, se cubrió la categoría de profesionales en reciclaje, para ello se entrevistó a personas con experiencia que van desde los cuatro hasta los 24 años en la administración de plantas recicladoras o que están vinculadas al sector de la recolección de desechos.

Al consultarles sobre acciones que realizan las empresas públicas, privadas o de bien social con relación a la separación, recuperación y valorización de los desechos comunes en Costa Rica, la mayoría manifestó reconocer que sí existen iniciativas por parte de las instituciones educativas y empresariales que buscan separar y valorar los desechos comunes, principalmente del Gran Área Metropolitana.

Uno de los entrevistados mencionó la *Campaña Nacional de Ambientados*, el cuál según explica Condega (2022):

El programa AmbientaDOS regresó tras una pausa por la pandemia- para continuar con su objetivo de educar a la sociedad y reciclar residuos valorizables, entre ellos, papel, plástico, cartón, vidrio, aluminio, tetra pak, latón, hojalata, entre otros... A lo largo de los años el programa ha realizado una labor de sensibilización ambiental y de responsabilidad social se realiza en conjunto con aliados estratégicos, entre ellos, municipalidades, centros de acopio, instituciones públicas y privadas en el país, centros educativos, entre otros... AmbientaDOS tiene más de una década de trayectoria en el país y es un programa nacional que potencia el desarrollo local y el bienestar de las comunidades en donde opera. Además, fue declarado de interés público y nacional por el Gobierno de la República de Costa Rica, en el año 2015... Aquellos centros educativos -escuelas y colegios- que deseen participar en la primera edición del concurso deben estar acreditados por el Ministerio de Educación Pública (MEP) y ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM). Además, como requisito adicional durante el período de ejecución deben de participar de manera exclusiva en esta iniciativa de reciclaje, es decir, no estar vinculada con otro proceso similar en conjunto con otra entidad pública o privada. El primer premio será de US\$2.000 y de US\$1.000 la segunda posición. Este dinero será utilizado para mejorar la infraestructura de los centros educativos ganadores (s.p.).

Además, las personas entrevistadas mencionaron que el reconocimiento que otorga el Programa de Bandera Azul fomenta a las empresas a participar en esta iniciativa por el reconocimiento que otorga al cumplir con requerimientos para la adecuada gestión de residuos, según explica Chinchilla (2021) sobre El Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE): “El PBAE es un galardón que se otorga anualmente para incentivar a las organizaciones al ejercicio de las mejores prácticas higiénicas y ambientales” (s.p.).

También se consultó a las personas del sector reciclaje si este negocio es rentable, dos de los entrevistados contestaron afirmativamente, indicaron que sí han percibido un incremento en sus ingresos, gracias a que cada vez recolectan y aprovechan mayor cantidad de material reciclado, lo cual ha permitido que crezcan en flota vehicular, así como en cantidad de personal contratado.

Otra de las consultas realizadas fue cuáles de los procesos internos consumen mayor cantidad de recursos, los entrevistados detallaron que se trata del recurso humano, específicamente de las personas encargadas de la separación de residuos. Las personas entrevistadas explicaron que una vez que el material llega a los centros de acopio, se pesa y luego se traslada al área de selección, donde es separado por los siguientes criterios:

1. Tipo de material.
2. Color.
3. Tamaño
4. Textura, en el caso de papel.

Además, añadieron que en el caso de los plásticos se tiene que retirar las etiquetas de manera manual. Uno de los entrevistados indicó que el único proceso mecánico con el que cuenta es una máquina compactadora que utiliza para comprimir los materiales de cartón.

El 100% de los entrevistados que trabaja en el área de reciclaje comentan que no se tiene una adecuada cultura de reciclaje. Si bien es cierto, en las instituciones educativas y empresas realizan grandes esfuerzos por colocar contenedores específicos para cada tipo de material, los cuales se identifican por color o etiquetas, la realidad es que los residuos llegan al centro de acopio mezclados. Además, resulta muy interesante que todos concuerdan en el hecho que en los hogares no separan adecuadamente los residuos, la gran mayoría de familias que intenta reciclar entregan el material en los centros de acopio mezclado, incorporan todos los desechos en una bolsa plástica o en sacos.

Por último, ante la consulta si conocen sobre tecnologías aplicadas al reciclaje, específicamente el Internet de las cosas, solo una persona manifestó haber escuchado acerca el concepto de IoT, pero, no aplicado al tema de reciclaje específicamente. Todos coinciden en que el uso de la tecnología aplicada en la separación de residuos sería muy provechoso. Uno de los entrevistados manifiesta que en su caso reduciría el tiempo de los recursos destinados a la separación y clasificación de materiales, así como en la optimización del espacio utilizado en sus bodegas destinado a la separación de residuos.

Discusión de resultados

El Internet de las cosas, como lo menciona Joyanes Aguilar (2021), es de los términos más utilizados en la actualidad. A pesar de que los entrevistados no referentes al área tecnológica indicaron no reconocer el término en primera instancia, cuando se les brindó una breve explicación sobre el IoT afirmaron conocerlo o estar involucrados con algún dispositivo de manera diaria.

De acuerdo con Naciones Unidas (2022) el resultado de combinar el tema en tendencia como el IoT y la gestión de residuos sólidos, permitirá sacarle el mayor provecho solventando en gran parte uno de los problemas universales que involucra a todos los habitantes del planeta (s.p.). Sin embargo, en Costa Rica no existe un mecanismo dónde se involucren ambos actores (el IoT y la gestión de residuos), es afirmativo que existe personal capacitado; no obstante, el mayor reto se encuentra en la obtención del presupuesto y las limitantes en cuanto infraestructura tecnológica de las instituciones educativas (colegios y universidades), así como de los planes de mantenimiento a futuro de los equipos y sistemas informáticos.

En relación con Vacca (2021) en el cual indica “las personas se consideran la próxima generación, debido a que con ellas se integran las infraestructuras físicas y digitales que se están desarrollando” (s.p.), los entrevistados indicaron que se debe involucrar de manera participativa a la población estudiantil para utilizar el sistema de IoT para la gestión de residuos. Además, deben recibir capacitaciones frecuentes, con el fin de crear una cultura de reciclaje. Al hacer públicos los beneficios ambientales y económicos que conlleva el uso responsable de los diseños se promueve un hábito que promueve conductas responsables con cambio climático, con lo cual incluso se

podría favorecer a la generación de empleos, reducir el espacio de acumulación de residuos para abrir camino a la construcción de una Costa Rica como país inteligente.

Rodríguez *et al.* (2021) explica que, en el estudio de impacto de las medidas implementadas en la gestión integral de residuos sólidos realizado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la universidad sobresale por su aporte al medio ambiente; sin embargo, garantizar un apropiado manejo de los residuos representa uno de los principales problemas para el reciclaje. Esta premisa se confirma a través de los entrevistados relacionados a la educación, ya que a pesar de que en la institución educativa con la que tienen contacto recicla, no es posible garantizar un apropiado manejo de los desechos y existe certeza de que hay personas que no depositan los materiales según su clasificación respectiva, inclusive algunos estudiantes utilizan los contenedores de reciclaje para depositar basura considerada no reciclable.

Una de las entrevistas realizadas a un profesor detalló que la instalación de los contenedores de reciclaje fue financiada por una empresa privada con el fin de contribuir al ambiente y fomentar la cultura de reciclaje en la escuela de la comunidad. Esto esclarece que el aporte con el ambiente es de toda la población costarricense, no solo depende del gobierno para financiar proyectos en pro del bienestar de la población estudiantil y su entorno, sino también es posible a través de inversiones de capital privado. Un ejemplo muy claro de esto es el programa *Punto Limpio Móvil*, que permite la recolección de desechos reciclables mediante la alianza de empresas privadas y públicas según detalla Villalobos (2021).

Según González (2022) para el año 2020 solo el 6,2% de toda la basura generada en Costa Rica se logró recuperar mediante reciclaje. Al tratar el tema con los entrevistados, el 100% de estos indicaron la importancia del reciclaje y especialmente el enfoque desde las instituciones educativas, ya que preparan a la juventud costarricense para el futuro con una cultura de reciclaje favorable para el medio ambiente. Con esta iniciativa se construye un ciclo constante a futuro que debe ser heredado de generación en generación para asegurar que los hijos y nietos costarricenses puedan desarrollarse en un entorno óptimo para vivir. Es responsabilidad de todas las personas a nivel país y también a nivel mundial el sobrepasar el 6,2% de manera considerable.

Tal y como menciona Salazar *et al.* (2021) en su estudio realizado al personal docente, administrativo y estudiantes de la UNA; la mayoría de la población encuestada indica que tiene conocimiento en la clasificación de residuos sólidos. Sin embargo, recalca que en la práctica no lo refleja en la adecuada separación de residuos. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos de los encuestados de la categoría de reciclaje, los cuales indican que el material llega a los centros de acopio mezclados; por tanto, siempre tiene que pasar un proceso manual de separación y clasificación de los desechos.

De acuerdo con la Alianza Empresarial para el Desarrollo (2022): “El programa Punto Limpio Móvil recuperó, entre enero y mayo anterior, más de 5,8 toneladas de residuos valorizables. Esto significa un aumento de un 120%, en comparación con el mismo periodo del año 2021” (s.p.).

Lo anterior concuerda con los resultados brindados por los encuestados del sector de reciclaje. Según la información recabada efectivamente se han percibido un incremento notorio en el material reciclado, principalmente con origen de instituciones públicas y privadas.

De las entrevistas realizadas a las personas del sector de reciclaje, se confirma la gran diferencia existente entre sectores lejos de la Gran Área Metropolitana respecto a la concientización y cultura de reciclaje. Según lo indicado s en la tabla 2, se indica que el cantón que más residuos generó en el 2018 fue San Jose Central con una participación de casi 10%, si se compara con los cantones de área rural tal como Pococí, Puntarenas y Liberia juntos no superan el 5% de participación en recolección de desechos. Lo anterior es avalado por los entrevistados quienes mencionan que el tema de reciclaje y manejo de los desechos no ha llegado de manera oportuna a zonas alejadas. Además, enfatizan la poca cultura de reciclaje y pocos programas de recolección por parte de instituciones públicas como las municipalidades. Por tanto, el mayor esfuerzo y avance desarrollado hasta el momento ha sido principalmente dentro de la Gran Área Metropolitana.

Conclusiones y recomendaciones

La mayoría de los entrevistados de las tres áreas identificadas -tecnología, educación y reciclaje- consideraron que no se tiene una adecuada cultura de reciclaje, principalmente en los hogares. Algunas de las razones que mencionan se debe al espacio que requiere disponer para mantener almacenados y secos los residuos, así como el tiempo prolongado que deben permanecer guardados debido a que no hay un adecuado programa de recolección. En otras ocasiones las personas tienen que llevar sus desechos personalmente a los centros de acopio más cercanos.

El sentimiento general de la población entrevistada es que en Costa Rica no se tiene una cultura amigable con el ambiente, inclusive las familias que separan los desechos no tienen certeza si lo hace apropiadamente. A pesar de las ya notables falencias de la cultura de reciclaje en el país, históricamente hay poco interés o proyectos factibles por parte del gobierno nacional y municipalidades por darle la importancia que necesita la recolección y clasificación de desechos para el reciclaje. En los comentarios de los entrevistados se notaron problemas en la frecuencia de recolección del material de reciclaje en los pueblos, desconocimiento de la gestión de los residuos posterior a su recolección y campañas de reciclaje que se quedan cortas para cubrir una mayor cantidad de población.

A modo de recomendación y según en la información recopilada, es importante mencionar que los residuos reciclables generan un valor lucrativo considerable, especialmente en grandes cantidades. Por lo cual, existe una oportunidad atractiva para las instituciones educativas porque podrían recibir ingresos por las cantidades de kilos o toneladas que generen y logren recolectar. Cuanto más material se recolecte para reciclar, mayores ingresos se podrán percibir. Ese dinero podría ser reinvertido para suplir distintas necesidades que benefician a los estudiantes, de esta forma se generaría un interés constante por parte de la población educativa en reciclar de manera apropiada.

Se recomienda fomentar entre las empresas costarricenses, el caso de éxito ejecutado por una compañía trasnacional establecida en Costa Rica, la cual mediante la definición de políticas ambientales incentiva entre sus colaboradores la gestión adecuada de residuos, por medio de una economía circular, otorga a empresas recicladoras el material recolectado para su

comercialización, sin costo alguno, pero con la obligación de destinar parte de las ganancias generadas a instituciones educativas, con el fin de que estas puedan cubrir sus necesidades y a su vez fortalecer entre sus estudiantes la conducta eco amigable.

A partir de la opinión de los entrevistados y la idea original de la cual nació este proyecto, la aplicación de IoT en instituciones educativas puede ser constituida por sensores inteligentes que permitan detectar el material de un objeto reciclable depositado por el alumno. A su vez pueden mostrar en tiempo real la categorización del objeto y puede desplazarlo mediante componentes mecánicos al contenedor respectivo. A su vez el sistema es interactivo con los estudiantes y estos pueden ingresar información correspondiente a su clase e institución, esto para tener trazabilidad de la cantidad de material reciclable recolectado por un grupo de estudiantes y su institución educativa en general. Sin embargo, según las perspectivas de otros de los entrevistados, un buen comienzo para introducir tecnología relacionada al manejo de reciclaje podría ser mediante aplicaciones que otorguen puntos o algún tipo de nivel que el usuario pueda ir escalando conforme acumule cierta cantidad de material.

El propósito de obtener dicha información es incentivar a los alumnos a competir entre ellos y con otras instituciones a nivel nacional, pero primordialmente promover el reciclaje desde edades tempranas. Toda esta información puede ser recopilada y enviada mediante la aplicación de IoT a un centro de datos que permita una sincronización en tiempo real del progreso de cada grupo e institución en un inicio en la Gran Área Metropolitana.

Asimismo, el 100% de las personas entrevistadas coincidió en que la utilización de la tecnología para clasificar adecuadamente los desechos reciclables potenciaría considerablemente la gestión de reciclaje en todas las instituciones educativas donde se aplique el proyecto. A su vez, se mencionaron grandes retos que hacen muy difícil su implementación como lo son los factores de: infraestructura, economía situaciones socioculturales. Desafortunadamente, Costa Rica tiene escuelas en comunidades con bajos recursos y la infraestructura no cumple con los requerimientos necesarios para implementar un proyecto tecnológico de este alcance.

A nivel económico es difícil contar con el apoyo del gobierno, considerando la situación actual del país y la constante reducción de costos provoca que el tema del medio ambiente pase a segundo plano, en muchas ocasiones no se le da el apoyo e importancia necesaria para hacer un cambio significativo. Adicionalmente, el aspecto social y cultural de la población representa una barrera en el proceso de reciclaje, debido a que no existe interés por parte de las familias de reciclar en sus propios hogares, lo anterior reduce el interés de promoverlo en centros educativos en los cuales asisten los estudiantes.

Esta investigación confirma que al fortalecer los mecanismos de reciclaje en las instituciones educativas desde edades tempranas permite educar no solo a los hijos, sino también a las familias costarricenses. Este proyecto se enfoca en niños y adolescentes para prepararlos y generar la conciencia respectiva, partiendo de un beneficio colectivo, pero derivado de un cambio individual para inspirar a más personas para direccionar el futuro de Costa Rica en temas de responsabilidad ambiental.

Como se ha citado anteriormente, la creación de ecosistemas con IoT aplicado en la gestión de residuos facilitaría en una mayor captación de residuos valorizables que se pueden reciclar y evitar

que lleguen a vertederos o a los ríos y mares, empero. Sin embargo, un tema importante es el término de 5G, el cual corresponde a la generación de redes celulares. Esta red no está desarrollada aún en Costa Rica en el 2022. Según bnamericas (2022) “Costa Rica no estará en condiciones de lanzar servicios 5G antes de fines de 2024 o principios de 2025” (s.p.). Por lo tanto, con la implementación de este tipo de red puede llegar a favorecer cualquier puesta en marcha que tenga que ver con el IoT debido a una mayor velocidad y menor latencia. Respecto a la presente investigación se facilita la gestión de residuos y se garantiza un rendimiento necesario para el Internet de las cosas.

A nivel mundial las tendencias tecnológicas se dirigen hacia la aplicación del Internet de las cosas, y en Costa Rica poco a poco ha ido adoptado estas tendencias, sacando el mayor beneficio, mejorando la eficacia operativa de los procesos donde se desee emplear. Para ello se debe estudiar detalladamente los casos de uso, en cuanto a la tecnología y aplicación en el país con el objetivo de crear nuevos nichos digitales y un mejor futuro para las generaciones venideras.

Referencias

Alianza Empresarial para el Desarrollo. (23 de junio de 2022). *Punto Limpio Móvil aumentó la recuperación de residuos valorizables en un 120%*.

<https://www.aedcr.com/noticias/punto-limpio-movil-aumento-la-recuperacion-de-residuos-valorizables-en-un-120>

Barrio Andrés, M. (2020). *Internet de las cosas* (2.^a ed.). REUS.

Bnamericas (27 de agosto del 2022) *5G no llegaría a Costa Rica antes de fines de 2024*.

Bnamericas.com. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/5g-no-llegaria-a-costa-rica-antes-de-fines-de-2024>

Bin-e. (2020). *Cubo de basura inteligente*. bine.world. <https://www.bine.world/#how-it-works>

Calvo B., D. (14 de enero de 2022). *La legislación de residuos sólidos: un simple adorno estatal o una propuesta innovadora*. Delfino CR: <https://delfino.cr/2022/01/la-legislacion-de-residuos-solidos-un-simple-adorno-estatal-o-una-propuesta-innovadora>

Chinchilla, N. (23 de agosto de 2021). *TEC sigue sumando estrellas con el Programa Bandera Azul*. Hoy en el TEC. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2021/08/23/tec-sigue-sumando-estrellas-programa-bandera-azul>

Condega, X. (21 de septiembre de 2022). *AmbientaDOS premiara con \$2.000 a centros educativos mediante programa de reciclaje*. El Mundo CR. <https://elmundo.cr/tendencias/ambientados-premiara-con-2-000-a-centros-educativos-mediante-programa-de-reciclaje/>

Davra. (28 de julio de 2021). *IoT & Waste Management*. <https://davra.com/iot-waste-management/>

Deloitte. (8 de enero de 2019). *IoT - Internet Of Things*.

<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html>

- Dubrova, D. (10 de mayo de 2022). *Internet of Things Predictions for 2023: What Should We Expect?* <https://intellisoft.io/>. <https://intellisoft.io/internet-of-things-predictions-for-2022-what-should-we-expect/>
- Garza, J. (14 de agosto de 2019). *Costa Rica es el segundo país de Centroamérica que más vidrio recupera y recicla*. La República: <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-es-el-segundo-pais-de-centroamerica-que-mas-vidrio-recupera-y-recicla>
- Garza, J. (8 de junio de 2021). *Costa Rica instalará “interceptor” de basura en río Tárcoles para reducir contaminación marina*. La República: <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-instalara-interceptor-de-basura-en-rio-tarcoles-para-reducir-contaminacion-marina>
- González Mesén, A. (22 de febrero de 2022). *Residuos: una vieja piedra en el zapato de Costa Rica*. Sinart Costa Rica Medios: <https://costaricamedios.cr/2022/02/22/residuos-una-vieja-piedra-en-el-zapato-de-costa-rica/>
- Hernández-Ávila, C. E., y Escobar, N. A. C. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1 (enero-junio)), 75-79.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Innoenergy. (2022). *Un sistema inteligente de gestión de residuos*. <https://www.innoenergy.com/discover-innovative-solutions/online-marketplace-for-energy-innovations/bin-e/>
- Joyanes Aguilar, L. (2021). *Internet de las cosas Un futuro hiperconectado: 5G, Inteligencia Artificial, Big Data, Cloud, Blockchain, Ciberseguridad* (1.ª ed.). Marcombo, S.L.

Kranz, M. (2019). *Internet of things: Construye nuevos modelos de negocio*. LID.

Leading Sensors. (14 de abril de 2021). *La innovación en tecnología de sensores lidera el futuro*.

Líder En Ciencia y Tecnología de Materiales Electrónicos Co., Ltd.

[http://es.leadingensors.com/news/sensor-technology-innovation-leads-the-future-](http://es.leadingensors.com/news/sensor-technology-innovation-leads-the-future-33786504.html)

[33786504.html](http://es.leadingensors.com/news/sensor-technology-innovation-leads-the-future-33786504.html)

Libelium IoT. (17 de agosto de 2022). *Waste Management system with IoT for Cities and*

Industries. Libelium. <https://www.libelium.com/iot-solutions/waste-management/>

Maxwell, J. A. (2019). Diseño de investigación cualitativa. En *Un enfoque interactivo* (1.^a ed.).

Gedisa.

McCombes, S., George, T. (11 de noviembre de 2022). *What Is a Research Methodology? | Steps*

& Tips. Scribbr. <https://www.scribbr.com/dissertation/methodology/>

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2021). *Separa y vencerás*.

<https://www.ministeriodesalud.go.cr/separayvenceras/>

Ministerio de Salud de Costa Rica. (17 de mayo de 2022). *Especialistas se reúnen para analizar*

situación actual del tema en residuos.

[https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/52-noticias-2022/1312-](https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/52-noticias-2022/1312-especialistas-se-reunen-para-analizar-situacion-actual-del-tema-en-residuos)

[especialistas-se-reunen-para-analizar-situacion-actual-del-tema-en-residuos](https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/52-noticias-2022/1312-especialistas-se-reunen-para-analizar-situacion-actual-del-tema-en-residuos)

Naciones Unidas. (2022). *Ocho países de América Latina combatirán juntos la basura marina y*

la contaminación por plásticos. <https://news.un.org/es/story/2022/06/1509892>

Niño Rojas, V. M. (2019). Metodología de la Investigación. En *Diseño, ejecución e informe* (2.^a

ed.). Ediciones de la U.

Quesada, A. (19 de febrero de 2019). *Urge una mayor gestión de residuos plásticos en Costa Rica*

/ Entrevistado por María Nuñez. Seminario Universidad:

<https://semanariouniversidad.com/universitarias/urge-mayor-gestion-de-residuos-plasticos-en-costa-rica/>

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 25 de julio 2020). *Estudios Económicos de la OCDE Costa Rica 2020*.

<https://www.oecd.org/economy/surveys/costa-rica-2020-OECD-economic-survey-overview-spanish.pdf>

Perez, L., Perez, R. y Seca, M. V. (2020). *Metodología de la investigación científica* (1.^a ed.). Editorial Maipue.

Presidencia de Costa Rica. (17 de marzo de 2021). *GOBIERNO PRESENTA PLAN DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS*. Obtenido de <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/03/gobierno-presenta-plan-de-accion-para-la-gestion-integral-de-residuos/>

Quesada Rojas, A. (15 de julio de 2021). *Costa Rica sin rumbo para atender crisis de contaminación por residuos*. Delfino CR: <https://delfino.cr/2021/07/costa-rica-sin-rumbo-para-atender-crisis-de-contaminacion-por-residuos>

Rodríguez Rodríguez, A., Mejías Elizondo, R., Vindas Chacón, C. (2021). Impacto de las medidas implementadas en la gestión integral de residuos sólidos, en el Tecnológico de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(1), 3-15. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i1.4811>

Rodríguez, R. (15 de febrero de 2019). *Empresas e instituciones se unen para luchar contra el plástico*. La República: <https://www.larepublica.net/noticia/empresas-e-instituciones-se-unen-para-luchar-contr-el-plastico>

Salazar Vargas, G., Campos Rodríguez, R., Garita Sánchez, N. (2021). Factores de éxito para la gestión de residuos sólidos valorizables en la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Central en Heredia. *BIOtenosis*, 32(1), 103–117. <https://doi.org/10.22458/rb.v32i1.3554>

- Sánchez Molina, A. A. y Murillo Garza, A. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. *Debates Por La Historia*, 9(2), 147-181.
<https://doi.org/10.54167/debates-por-la-historia.v9i2.792>
- Soto, S. (2019). *Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2019*. San Jose: Estado de la Nación.
- Statista. (5 de julio de 2022). Global recycling rates of municipal solid waste 2020, by select country. <https://www.statista.com/statistics/1052439/rate-of-msw-recycling-worldwide-by-key-country/>
- Universitat Carlemany. (22 de junio de 2021). Internet de las cosas: definición y ejemplos. <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/internet-de-las-cosas-definicion-y-ejemplos>
- Villalobos Mora, J. (29 de junio de 2021). *Programa "Punto Limpio Móvil" destaca en la región por su labor al recolectar residuos valorizables*. Delfino:
<https://delfino.cr/2021/06/programa-punto-limpio-movil-destaca-en-la-region-por-su-labor-al-recolectar-residuos-valorizables>

Anexo A. Propuesta de entrevistas

Parte I

Se les indica a las personas a entrevistar el objetivo de la investigación, la cual es de carácter confidencial y de participación voluntaria. Se le solicita el consentimiento con el fin de utilizar su opinión para este proyecto. El tiempo estimado de la entrevista no excederá los 40 minutos.

Parte II

Guías de preguntas para entrevistas en el área de tecnología

1. Por favor indicar su profesión o puesto en el que se desempeña actualmente.
2. ¿Cuál es su experiencia con el Internet de las cosas?
3. ¿Cuántos años de experiencia tiene en este ámbito?
4. ¿Qué estrategias visualiza que se podrían aplicar en las instituciones educativas de Costa Rica para gestionar los residuos comunes?
5. ¿Qué puede aportar el Internet de las cosas a la gestión de los residuo y reciclaje?
6. ¿Con cuáles insumos se cuenta en su área de experticia para promover la gestión de residuos de una forma más eficaz (que se cumpla) y eficiente (con el mejor uso de los recursos)?
7. ¿Cuál es el principal desafío para que las instituciones educativas implementen mecanismos de Internet de las cosas en la gestión de residuos comunes?
8. ¿Qué desventaja tendría el Internet de las cosas en una institución educativa?
9. ¿Cree usted que Costa Rica cuenta con personal preparado en Internet de las cosas para realizar este tipo de proyectos?
10. ¿Conoce de aplicaciones de Internet de las cosas relacionadas a la clasificación de reciclaje a nivel nacional o internacional? Ya sea que se produzcan en Costa Rica o se exportan. En caso de que sí tenga conocimiento, especifique cuáles.

Guía de preguntas para entrevistas en el área de instituciones educativas

1. Por favor indicar su profesión o puesto en el que se desempeña actualmente.
2. ¿En la institución donde usted trabaja se recicla actualmente?
3. ¿Se recicla adecuadamente o cree que hay oportunidades de mejora?
4. ¿Desde hace cuánto recicla?
5. (Si actualmente no recicla, pero antes si lo hacía) ¿Por qué antes si reciclaban y ahora no?
6. ¿Cómo se beneficia la institución, el ambiente y los estudiantes al reciclar?
7. ¿Cree que en Costa Rica existe un conocimiento adecuado de la correcta clasificación de residuos para el reciclaje?
8. ¿Cree que la tecnología permitiría facilitar la clasificación de reciclaje?
9. ¿Ha escuchado del Internet de las cosas aplicado al reciclaje?
10. ¿Cómo impactaría el uso del Internet de las cosas si se utilizara en las instituciones educativas para los procesos de reciclaje?

11. ¿Cree que el Internet de las cosas aplicado al reciclaje generaría una cultura de reciclaje aceptable en el país a largo plazo empezando desde edades tempranas?

Guía de preguntas para entrevistas en el área de residuos y/o reciclaje

1. Por favor indicar su profesión o puesto en el que se desempeña actualmente.
2. ¿Cuál es la rutina para la recolección de residuos?
3. ¿Cuál es la cantidad de residuos reciclables que recolecta por día, semana o mes?
4. ¿Recolecta residuos de empresas (públicas / privadas)?
5. ¿Recolecta material reciclable de comunidades?
6. ¿Está familiarizado con la tecnología de aplicaciones para trazar rutas tipo Waze y Google maps? ¿Le interesaría que un sistema de información le organizara la ruta de recolección?
7. ¿Considera que el negocio del reciclaje ha crecido en Costa Rica?
8. ¿Cuáles son los procesos internos para la clasificación adecuada de los residuos?
9. ¿Después de clasificar los residuos, que hacen con ellos?
10. ¿Cuáles tecnologías utiliza en los procesos de recolección y clasificación de los desechos?
11. ¿Ha escuchado del Internet de las cosas aplicado a la clasificación de residuos para reciclaje?

CARTA DE APROBACION POR PARTE DEL FILÓLOGO

San José, 10 de diciembre, 2022

Señores y Señoras

Escuela de Ingeniería en Informática

Universidad Latinoamericana de Ciencias y Tecnología

Estimados Sres:

Leí y corregí todos los aspectos de carácter formal en cuanto a la redacción del trabajo final de graduación titulado: “Internet de las cosas para realizar un efectivo tratamiento de los desechos comunes en los procesos de reciclaje de las instituciones educativas del Gran Área Metropolitana de Costa Rica” presentado por Beatriz María Badilla Mora cédula número 1 1167 0453, Wayner Bonilla Bonilla cédula número 7 0182 0116 y Luis Roberto Rodríguez Aguilar cédula número 1 1532 0042, para optar por el título de Maestría en Tecnologías de Información con mención en Administración de Proyectos.

Corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación, por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Suscribe de ustedes cordialmente,



María José Elizondo Barquero.

Céd. 2-612-287

66302