

Sistema de recolección de residuos reciclables que incentiva el compromiso ambiental

Recyclable waste collection system that encourages environmental commitment

Héctor Huerta Avila
hector.havila@academicos.udg.mx
Universidad de Guadalajara,
Centro Universitario de los Valles
Guadalajara, Jalisco, México
ORCID: 0000-0003-0685-9468

Monica Georgina Avelar Bribiesca
monica.avelar@academicos.udg.mx
Universidad de Guadalajara,
Centro Universitario de Arte,
Arquitectura y Diseño
Guadalajara, Jalisco, México
ORCID: 0000-0002-2607-0598

Recibido: 12 de noviembre de 2020
Aprobado: 23 de febrero de 2021
Publicado: 01 de julio de 2021

Resumen

En este artículo se presenta la propuesta de un prototipo para la recolección de residuos reciclables. El objetivo del prototipo es fomentar el compromiso medioambiental, incorporando a la comunidad completa del Centro Universitario de los Valles de la Universidad de Guadalajara en las labores de separación y recolección de residuos, a través de un sistema de recompensas. Se presentan las características técnicas del prototipo, así como las consideraciones utilizadas para el diseño industrial, identidad y comunicación visual, tomando en consideración el objetivo del prototipo: en este caso, cambio de actitud a partir del diseño de un sistema integrado al entorno. Se muestran los resultados obtenidos, incluyendo el prototipo completo, basado en la sostenibilidad. El trabajo muestra la integración de disciplinas al contar con la intervención de ingenieros y diseñadores gráficos en el desarrollo de la comunicación visual para el refuerzo de la identidad entre la comunidad universitaria y el objeto de diseño.

Palabras clave: compromiso ambiental; reciclaje; sistemas embebidos; sostenibilidad; identidad visual.

Abstract

This article presents the proposal for a prototype for the collection of recyclable waste. The objective of the prototype is to promote environmental commitment, incorporating the entire community of the Los Valles University Center of the University of Guadalajara in the work of separating and collecting waste, through a reward system. The technical characteristics of the prototype are presented, as well as the considerations used for industrial design, identity and visual communication, taking into consideration the objective of the prototype: in this case, a change in attitude from the design of a system integrated into the environment. The results obtained are shown, including the complete prototype, based on sustainability. The work shows the integration of disciplines by having the intervention of engineers and graphic designers in the development of visual communication to reinforce the identity between the university community and the design object.

Keywords: environmental commitment; recycling; embedded systems; sustainability; Visual identity.

◆ Introducción



Actualmente, uno de los principales problemas que existen a nivel mundial es el uso excesivo de los recursos naturales, sobre todo, por el alto costo que implica su regeneración y, en algunos casos, la imposibilidad de su recuperación. Se han implementado algunas estrategias para incrementar la eficiencia en los procesos industriales, de tal manera que se aprovechen mejor los recursos naturales. La sociedad a nivel mundial debe comprometerse con estrategias que ayuden a reducir los efectos del cambio climático.

Es importante preservar el medio ambiente, no sólo a nivel personal, sino también a nivel institucional. En particular, uno de los problemas que existen en las instituciones educativas es la recolección inadecuada de los desechos. Cuando no se realiza la separación de manera correcta, se contribuye al crecimiento de problemas bien definidos, tales como la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación, la acumulación de sustancias nocivas, la generación de gases de efecto invernadero, el aumento de los costos asociados para eliminación de contaminantes, el deterioro del ambiente, entre otros. Reciclar dentro de las instituciones educativas debe ser una de las tareas primordiales, sin la cual no deberían operar. La planeación de cada centro educativo deberá necesariamente incluir una estrategia de cultura de reciclaje, involucrando a toda la comunidad dentro del plantel. Comúnmente son los encargados de la limpieza quienes realizan estas tareas, sin embargo, si se implementa una estrategia y se integra a todos los miembros de la comunidad, se evita el uso excesivo de recursos humanos, dado que quien genera el desecho será también el encargado de colocarlo en el sistema de recolección.

Entre los *17 Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU*, el número 11 se refiere a Ciudades y Comunidades Sostenibles y pretende que se comience a trabajar mediante acciones que intervengan en el cambio de pensamiento, generando conductas enfocadas a la mejora continua de nuestras comunidades y con ello, asegurar un mejor futuro (ONU, 2020). Entendiendo que la sostenibilidad es la habilidad de lograr prosperidad económica sin afectar los sistemas naturales del planeta y al mismo tiempo, elevar la calidad de vida de las personas, se vuelve necesario construir e implementar un sistema de recolección de residuos cuya función no sea únicamente la de almacenamiento. Además, deberá generar una cultura de reciclaje, dado que será a través del dispositivo, que la

comunidad, en contacto directo con el mismo, cambie su visión y modifique sus conductas partiendo de incentivos que los hagan partícipes de esta cultura.

Ahora bien, lograr que una comunidad se vuelva sostenible implica incluir un balance entre la economía, la sociedad y el medio ambiente. Para mejorar las condiciones de recolección de residuos que pueden ser reciclados, se han presentado algunas propuestas en el estado del arte. En Rubio y Lazaro (2016), se presentó un sistema que es capaz de recolectar envases de plástico y de aluminio, así como de enviar un mensaje al usuario para notificar el depósito de los desechos. Es importante mencionar que las invenciones se encuentran protegidas bajo la ley relativa a las patentes en todo el mundo. En este sentido, el equipo de trabajo se dio a la tarea de realizar la búsqueda de objetos relacionados con sistemas de reciclaje existentes en el mundo. Se buscaron características que pudieran presentar diferencias con lo ya conocido, para cumplir con los requisitos de registro del diseño industrial indicados por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). El IMPI define a las patentes como «un documento jurídico que otorga un derecho exclusivo sobre la invención patentada, que consiste en un producto o un proceso que aporta, en términos generales, una nueva forma de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema» (IMPI, 2020). En el caso de patentes a nivel mundial, se han desarrollado sistemas que proponen la recolección de residuos, tal es el caso de las patentes chinas CN 105015974 y CN 202193374U, que presentan un contenedor para basura alimentado con energía solar, pero carecen de la característica de la separación de residuos. La patente china CN 205187031U presenta un mecanismo para realizar la separación parcial de basura, según su tipo, pero no ofrece recompensas para el usuario. En la patente estadounidense US 4653627 y en la patente europea EP 561148A2 se presentan máquinas que pueden realizar la recolección de un tipo específico de envases, ofreciendo recompensas a los usuarios, contiene mecanismos complejos y requieren de una impresora propia para los recibos de los usuarios. La patente mexicana MX/a/2012/012393 presenta una máquina expendedora para productos, que considera bonificaciones en los precios, al depositar empaques vacíos, que requiere de aplicaciones móviles para su operación. Además, a nivel internacional se han desarrollado máquinas cuyo objetivo es realizar la recolección de residuos, ofreciendo recompensas a través de esquemas que presentan algunas complicaciones en su operación o no utilizan de manera óptima la energía que requieren para su operación, ver por ejemplo, Ausbox Vending (2020), El País (2016) y State Polytechnic University California (2010).

En este artículo se presenta la propuesta de una máquina para recolección de residuos reciclables, denominada S3R. La máquina tiene como objetivo fomentar el compromiso con el cuidado del medio ambiente entre los miembros de la comunidad del Centro Universitario de los

Valles (CUValles) de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el municipio de Ameca, Jalisco. Se incluyen las características técnicas generales del prototipo, así como la propuesta del diseño externo, centrado en el usuario, con el objetivo mencionado previamente. El prototipo de recolección de residuos funciona mediante un sistema de participación colectiva, asegurando la sostenibilidad del mismo y generando una cultura de reciclaje que se volverá un hábito. Con lo anterior, se incrementará la eficiencia en los procesos de recolección, beneficiando a la comunidad en general. El usuario obtendrá un incentivo por realizar la acción de reciclaje. De esta manera, será la misma sociedad quien cuide el medio ambiente, obteniendo un beneficio tangible y cambiando la visión sobre la relevancia del reciclaje dentro de su comunidad. El prototipo se desarrolló considerando un esquema de Investigación, Desarrollo e Innovación, cuidando las características finales del diseño de un producto y considerando las posibles oportunidades de negocio que se puedan generar para su comercialización.

❖ Materiales y métodos

El desarrollo del S3R se realizó en el Centro Universitario de los Valles, de la Universidad de Guadalajara, a través de un esquema de Investigación, Desarrollo e Innovación, como parte de las actividades de un grupo de estudiantes y profesores denominado Club Innovaciencia. En esta sección se presentan las características consideradas para el diseño del prototipo.

Características técnicas

El Club Innovaciencia es un espacio donde se integran estudiantes de diversas carreras de ingenierías, de administración y de contaduría pública de nivel de pregrado del Centro Universitario. Se desarrollan proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación en equipos multidisciplinarios. Los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en el aula en el desarrollo de prototipos innovadores que propongan soluciones a problemas actuales de su entorno, con compromiso social y sostenibilidad. Los proyectos que se realizan en el club se eligen considerando diversas características, entre las que se encuentran: la posibilidad de la transferencia de conocimientos entre los miembros del club, la factibilidad para realizar solicitudes de propiedad industrial, la posibilidad de obtener financiamiento para el desarrollo de prototipos, la necesidad o requerimiento de un usuario final y la posibilidad de realizar la transferencia de la tecnología, lo anterior para fomentar el ecosistema de innovación y así mejorar las condiciones del país es este sentido.

Con la finalidad de obtener el máximo beneficio de cada proyecto, incrementar la adquisición de habilidades en los estudiantes y propiciar el aprendizaje significativo, se requiere que los proyectos consideren tres aspectos relevantes de su entorno, que en este caso, se trata de la región de los Valles en el Estado de Jalisco, México. El primer aspecto es

el medio ambiente; por ejemplo, los proyectos deben tomar en cuenta la contaminación del aire, suelo o agua, el monitoreo de condiciones climatológicas, el uso eficiente del agua, las energías renovables y el reciclaje de residuos. El segundo aspecto es el desarrollo industrial; los proyectos deben buscar el incremento de la eficiencia en la producción, la mejora de procesos, la eficiencia energética, etc. El último aspecto es el desarrollo del CUValles; por ejemplo, los proyectos involucrarán la generación de prototipos didácticos, sistemas de movilidad interna y otros sistemas para el beneficio de la institución. Así, con el objetivo de fomentar una correcta separación de residuos y el compromiso con el medio ambiente entre la comunidad académica del CUValles, se desarrolló un sistema que además de cumplir con estos requerimientos, proporciona recompensas a los usuarios, mismo que se describe a continuación.

Se implementó un sistema para recolectar residuos reciclables con base en la metodología señalada para el Club Innovaciencia. Los requerimientos técnicos para el diseño fueron los siguientes:

- ◆ Instalación en intemperie
- ◆ Abono de recompensas en tarjetas electrónicas
- ◆ Sistema electrónico de diseño propio
- ◆ Eficiencia energética
- ◆ Diseño compacto
- ◆ Consumo de energía bajo

Con los requerimientos indicados, se propuso un diseño para un sistema de recolección de residuos reciclables que presentaba una opción para el acopio de envases de plástico, aluminio y vidrio. El prototipo consiste en un gabinete con tres contenedores, uno para cada tipo de material, a través de tres orificios destinados específicamente para este fin. El sistema otorga una cierta cantidad de puntos por cada envase que se deposita, mismos que son almacenados en una tarjeta con conexión inalámbrica. La cantidad de puntos la define el administrador del sistema. El objetivo de almacenar los puntos es, posteriormente, canjearlos por diversos bienes y servicios. La cantidad de puntos requeridos para cada bien o servicio la define el administrador del sistema.

Los componentes del sistema de recolección de residuos reciclables son:

- a. Tres contenedores para residuos, uno para cada tipo de residuo: plástico, vidrio y aluminio. Se utilizan para almacenar los residuos que depositan los usuarios, hasta que el encargado de mantenimiento del sistema los vacía. Los residuos llegan desde

- los tubos que están instalados en la máquina, para que el usuario realice los depósitos correspondientes.
- b.** Orificios para depósito de residuos, donde el usuario los puede colocar. Existe uno para cada material, siendo estos aluminio, vidrio y plástico. Los residuos llegan a los contenedores a través de los tubos instalados para este fin.
 - c.** Tubos para deslizamiento de residuos. Son los elementos que sirven como conexión entre los orificios para el depósito de residuos y los contenedores. Existe un tubo para cada tipo de residuo.
 - d.** Sensores de proximidad, uno para cada tipo de residuo, es decir, plástico, vidrio y aluminio. Los sensores se ubican en la parte final de cada uno de los tubos para deslizamiento de residuos. Estos elementos detectan el paso de un residuo específico, para enviar la señal correspondiente al módulo electrónico de control.
 - e.** Gabinete, el cual se utiliza para el montaje de todos los componentes del sistema. También cumple una función estructural.
 - f.** Módulo para lectura de tarjetas, que se ubica en la parte frontal del sistema, en la cara frontal del gabinete. Tiene una ranura para que el usuario inserte una tarjeta donde se abonarán los puntos que se obtengan cuando se depositen los residuos. Cuando el usuario coloca la tarjeta, el módulo la identifica y envía una señal al módulo electrónico de control. De esta manera, se puede obtener la información del saldo acumulado. Además, por cada residuo que deposita el usuario, se abona en la tarjeta una cantidad de puntos determinada. El módulo de control envía la señal al módulo para lectura de tarjetas, para que este último actualice la información en la tarjeta.
 - g.** Pantalla de cristal líquido, que se utiliza para mostrar al usuario la cantidad de puntos con que cuenta la tarjeta. La pantalla se activa cada vez que se inserta una tarjeta en el módulo para lectura de tarjetas y se mantiene así hasta que la tarjeta se retira.
 - h.** Módulo electrónico de control, integrado por una serie de componentes electrónicos interconectados. El módulo recibe las señales de los tres sensores de proximidad y del módulo para lectura de tarjetas. Además, envía las señales respectivas al módulo para lectura de tarjetas, con el fin de que se actualice la información del saldo de cada usuario. También despliega la información al usuario a través de la pantalla de cristal líquido.

La operación del sistema es como sigue: cuando ninguna tarjeta se encuentra insertada en el módulo de lectura de tarjetas, el módulo electrónico de control ingresa al modo de reposo, apagando la iluminación de la pantalla y los sensores de proximidad para incrementar la eficiencia del sistema completo. Cuando el usuario coloca la tarjeta en la parte frontal de la máquina, el módulo electrónico de control habilita el modo activo en el sistema, se enciende la iluminación de la pantalla y se energizan los sensores de proximidad para la detección de los residuos que se depositen. Cuando se activa la iluminación de la pantalla, el sistema puede recibir los residuos para abono de puntos, entonces, el usuario

introduce los residuos en el orificio adecuado. Los sensores de proximidad detectan los residuos que ingresan y, por cada uno de ellos, se abona una cantidad específica de puntos que será definida por el administrador del sistema. El sistema permanece en estado activo mientras se tenga la tarjeta colocada en el lector de tarjetas. Para la recolección de los residuos, el administrador del sistema tiene que colocar la tarjeta de apertura de la puerta; así, el módulo electrónico de control envía una señal al sistema automático de apertura que activa un solenoide, lo que permite abrir la puerta de la máquina.

❖ Características del diseño sostenible propuesto

Tomás Maldonado, desde la década de 1970, enuncia la preocupación existente sobre el sistema ecológico de la naturaleza y la urgente necesidad de trabajar para contrarrestar el daño que se estaba generando en el medio ambiente. En sus declaraciones señalaba a la disciplina del diseño como fuente de generación de ideas para lograr un cambio social. De igual forma, afirmaba que el diseñador representa solo una parte clave de todas las acciones que se deben desarrollar para iniciar ese cambio social tan necesario. De acuerdo a ello, Maldonado establece que el diseñador tiene la tarea de presentar el sistema a través del objeto (S3R), pero será la población alrededor del objeto quien completará las acciones para lograr la sostenibilidad del proyecto. Sin el factor humano, el S3R no cumpliría la razón de su existencia (Margolin, 2017).

En su libro «Diseñando para un mundo complejo, acciones para lograr la sustentabilidad», Thackara (2013) hace énfasis en la problemática relacionada con la generación de objetos sin una razón verdaderamente importante. Deja claro que hoy en día, los productos deben ser concebidos a manera de sistemas que involucren la integración de pensamiento de distintas disciplinas y se generen sistemas que trabajen en relación con los entornos donde deben funcionar. Antes de diseñar un nuevo producto, se debe tener claro ¿dónde, cómo y para quién va a funcionar? Diseñando de esta manera, el producto y todas las dinámicas en su contexto se verán involucrados, lo que hará que sea un objeto de uso no solo necesario sino vital para su entorno. Esto dará la pauta para integrar equipos de trabajo que, desde la visión particular de cada una de las disciplinas, aporten las características indispensables para el diseño del sistema, cualquiera que este sea.

El Club Innovaciencia provee el ambiente propicio para el desarrollo de actividades multidisciplinarias donde estudiantes, profesores e invitados realizan en conjunto proyectos de beneficio común. De las tres áreas de investigación que incluye el club, el diseño del prototipo S3R se pensó para vincularse al desarrollo del CUValles. Mediante este prototipo, la institución y su población se beneficiarán a partir del aprendizaje y el fomento de la cultura del reciclaje, mediante la participación colectiva. Se propone una lista cuatro pasos para iniciar a diseñar sistemas (Thackara, 2013):

- a. Plantearse preguntas: ¿Por qué y para qué es necesario realizar este nuevo producto? ¿Quiénes lo utilizarán y qué beneficio traerá al entorno donde será ubicado?
- b. Identificar quiénes serán los actores involucrados en el diseño del sistema: los diseñadores y los socios. Los alumnos integrantes del club innovaciencia del CUValles deberán ser, junto con sus profesores, los principales actores.
- c. Relacionar a los involucrados con nuevos socios. Los profesores son los encargados de propiciar la conexión con los directivos que aportaron el recurso económico para la realización y materialización del prototipo S3R. Además, y gracias a los apoyos brindados por la Universidad de Guadalajara, se cuenta con búsquedas del estado de la técnica, realizadas por despachos especializados en propiedad industrial, con el objetivo de analizar la viabilidad de proteger las invenciones, en muchos de estos casos se ha tenido como resultado una solicitud de patente, modelo de utilidad o diseño industrial en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Conforme avance el proyecto, se integrará a una profesionista en diseño gráfico e industrial que aportará el punto de vista del valor estético, sin dejar de lado la funcionalidad del proyecto.
- d. Planeación de vida del proyecto. Para que el proyecto tenga el ciclo de vida adecuado, se requiere de una planeación apropiada, que debe considerar los aspectos técnicos y de uso del sistema completo. En la planeación se deberá considerar a los diferentes actores que participarán en el proyecto, para que pueda tener las características oportunas y que satisfagan las necesidades de la comunidad.

El diseño del prototipo S3R como se mencionó previamente, fue realizado como un sistema de recolección de residuos que involucra toda una serie de acciones dirigidas al cuidado del medio ambiente y al cambio de pensamiento y estilo de vida de los integrantes de la comunidad del CUValles en torno a este tema. En la operación del prototipo S3R, el usuario no solo será un participante activo, sino que obtendrá beneficios mediante una tarjeta que le asignará puntos que podrá canjear dentro de las instalaciones del centro universitario, en cualquiera de sus cafeterías o papelerías.

Ahora bien, para lograr la sostenibilidad del proyecto, dado que el entorno mismo de universidad pública implica que los recursos económicos serán limitados, el prototipo debe asegurar su mantenimiento y tiempo de vida mediante las actividades que realiza. Para alcanzar esa meta, se debe considerar lo que se denomina *whole system thinking* (Thackara, 2013).

El *whole system thinking* se presenta desde que el prototipo S3R se introduce a los miembros del campus. Lo primero, es que la nueva instalación deberá llamar la atención para que los usuarios se acerquen,

se relacionen con él y entiendan por qué el nuevo objeto apareció de repente. Al introducir objetos de diseño en ciertas zonas y momentos específicos a una población con características determinadas, se intenta incentivar cambios positivos de conducta y mejorar el entorno mismo (Thackara, 2013).

El prototipo S3R instalado en el CUValles cambiaría la perspectiva de los miembros en esta comunidad, dado que, aunque su función es realizar actividades de reciclaje de plástico, aluminio y vidrio, la interacción con el usuario (la población estudiantil) ocurre de manera innovadora. Es importante mencionar que la comunidad de la Universidad de Guadalajara se ha dado a la tarea de implementar acciones que ayuden al mejoramiento del medio ambiente y una parte de ellas es fomentar el reciclado. La importancia del prototipo es que vuelve partícipes de la actividad de reciclaje a los miembros de la comunidad cambiando su conducta a partir de un objeto de diseño que, lejos de estar aislado, detona el sistema de diseño dado que su funcionamiento no puede llevarse a cabo sin la participación de la comunidad. ¿Cómo lograr que la comunidad se involucre?, responder esta pregunta implica la descripción del cuarto punto de la lista para diseñar sistemas.

❖ Características sustentables del diseño propuesto

En este apartado se incluyen los beneficios que aporta el diseño del prototipo S3R a la comunidad del CUValles como detonante de una cultura de reciclaje en toda la Universidad de Guadalajara.

Thackara (2013) define la sustentabilidad como diseñar para que la gente tenga nuevamente el control de situaciones, más que resolverlas con tecnología. En este sentido, el prototipo S3R no trabaja por sí solo, sino que necesita de la interacción con la sociedad para que sus tareas se lleven a cabo.

En el modelo de responsabilidad social que se presenta en (Cortés Mora & Peña Reyes, 2015) se incluyen cuatro aspectos que deben cumplirse para que el diseño cuente con la categoría de socialmente responsable, mismas que para el caso del prototipo S3R, se detallan como sigue:

- a. Motivaciones. El proceso que debe realizarse para la adecuada interacción entre el prototipo S3R y la comunidad lo detona primordialmente el recibir incentivos de intercambio. Se entrega un residuo y a cambio se recibe un crédito para canjear en alguno de los comercios que se encuentran al interior del Centro Universitario. Ahora bien, esta debe ser una estrategia inicial, dado que la práctica diaria de esta actividad deberá generar la conciencia de la comunidad para que la motivación entonces sea el cuidado primero del CUValles y posteriormente de la casa, del pueblo y del entorno en general.

- b.** Políticas. Una vez que se realicen las pruebas y se entreguen resultados, el prototipo S3R deberá ser presentado ante los órganos máximos que toman decisiones dentro de la casa universitaria. Esto tendrá como finalidad establecer como obligatorio este tipo de actividades. Adicionalmente, se propondrá la instalación y mejoramiento del prototipo en toda la Red Universitaria, permeando y esparciendo la cultura del reciclaje en todo el estado de Jalisco.
- c.** Acciones. Las iniciativas propuestas relativas al prototipo desarrollado serán consecuencia de las decisiones que tomen los órganos de gobierno de la institución. De esta manera, se podrá visualizar el impacto generado en el cambio de la cultura de la separación y reciclaje de la comunidad universitaria.
- d.** Impactos. Las consecuencias del uso de prototipo desarrollado serán diversas. En primer lugar, en el aspecto económico, se obtendrán recursos adicionales por la venta de residuos reciclables. En el aspecto social, se conseguirá un cambio de conducta y pensamiento de la comunidad universitaria, que además se espera que realice el reciclaje fuera de su centro universitario. En el caso del impacto en el ambiente, se promoverá el manejo adecuado de los residuos, para generar menor cantidad de basura. Esto indudablemente agrega valor al prototipo S3R.

«La transformación de los residuos también proporciona un gran desafío para los inventores, diseñadores y gestores sociales» (Margolin, 2017). El S3R es el primer eslabón del sistema para detonar el cambio de comportamiento de un ambiente en específico. De este prototipo se derivarán otras tareas relativas al manejo de los residuos una vez que han sido recolectados, abriendo la oportunidad de realizar otra investigación a profundidad. El mismo Margolin expone que los diseñadores e investigadores deben darse a la tarea de darles nuevos usos a los residuos, ejemplo de ello son las múltiples investigaciones que existen sobre la borra de café para utilizarla como sustituto en la fabricación de muebles de madera.

Diseñar sistemas es una filosofía que parte de diseñar objetos para la gente y para el contexto, para agregar valor partiendo de la interacción de los individuos con los objetos. El diseño industrial en relación a la forma y apariencia visual aplicada al prototipo S3R es referente de la corriente de diseño conocida como la Buena Forma o *Gute Form*, término acuñado en la década de 1950 en Alemania. La *buena forma* presenta un diseño que, como característica predominante, deberá ser atemporal, y la prioridad será la funcionalidad del objeto y no su estética (Nahuel Vallarino, 2018).

Las formas geométricas que componen al prototipo S3R cumplen con los principios de la buena forma, dado que el objeto de diseño solo cuenta con la estructura cuadrada necesaria para guardar los contenedores y los orificios redondos en donde se colocarán los residuos. La gama

cromática corresponde también a este movimiento: se utilizan colores neutros como el blanco, el gris y, en este caso necesario, el verde, que tiene la tarea particular de informar que se trata de un objeto de reciclaje, lo que da paso a la aplicación gráfica que también tiene una función determinada.

Por otro lado, Norberto Chaves (Chaves, 2004) menciona que toda marca *marca* a su autor. La función primaria es, por lo tanto, la de señalar. Es un signo que, por convención, se asocia a un sujeto concreto, lo individualiza. El S3R además de ser el nombre del prototipo funciona como marca, el distintivo o identificador en este caso es un logotipo que utiliza la tipografía Bank Gothic en color azul. El diseño se combina con elementos auxiliares que son los encargados de transmitir la comunicación al usuario, indicando que el objeto debe utilizarse para fines de reciclado.

La imagen propuesta es un símbolo asociado internacionalmente con el reciclaje, utilizando medias abstracciones de tres hojas de árboles, dispuestas en rotación concéntrica, generando esta interacción de movimiento y acción que debe tener el reciclaje. El objetivo principal de la marca es que los usuarios reconozcan qué actividad es la que realiza el prototipo, dado que será recordado por el símbolo de reciclaje que incluye las tres hojas de árbol aplicadas dentro del cuerpo del prototipo de fondo blanco, que genera tal contraste que lo vuelve el elemento dominante. Con esto se busca llamar la atención de los individuos y generar mayor pregnancia, logrando que este sea recordado a partir del identificador gráfico propuesto, cumpliendo así el objetivo principal de toda marca.

La identidad de la marca parte de la relación que existe entre los conceptos que representa como sostenibilidad, cultura, sistemas, procesos, valor, pertenencia etc. (ver Figura 1), así como su relación directa con el usuario, el mercado, la narración y el discurso, de la siguiente forma:

- ◆ Usuario: Comunidad Universitaria del CUValles
- ◆ Mercado: La Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara
- ◆ Narración: El reciclaje como cultura dentro de los centros universitarios
- ◆ Discurso: Sistemas de diseño que generan valor mediante la interacción del ser humano con el objeto

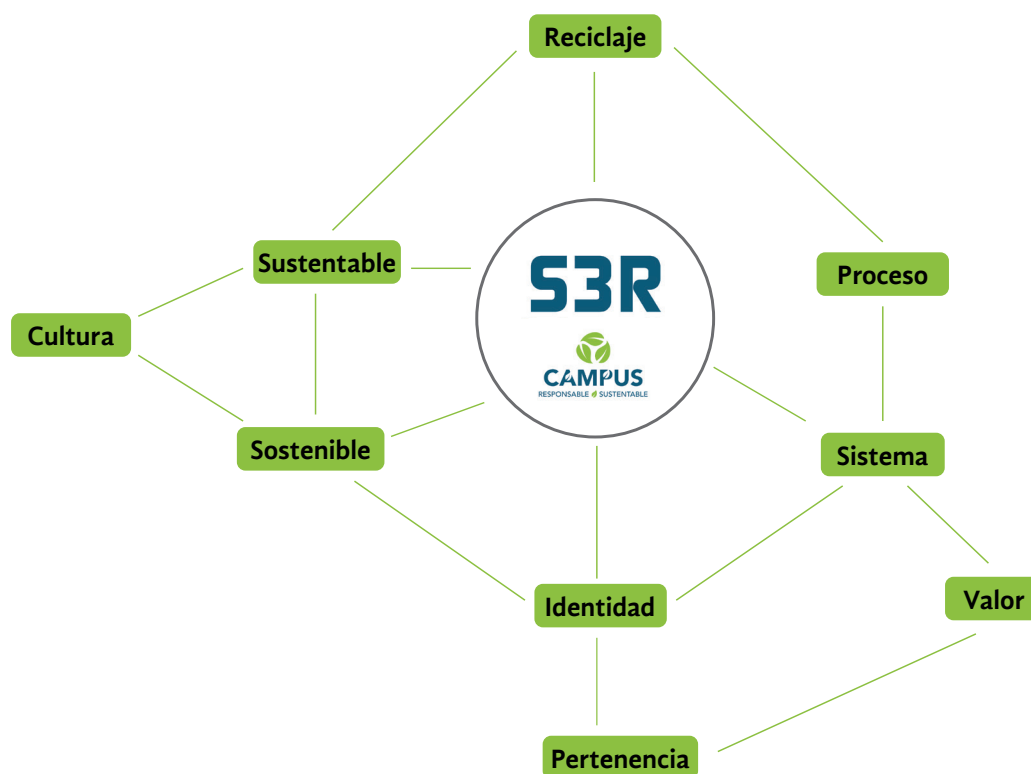


Figura 1. Conceptualización del diseño de marca e identidad.

Fuente: Elaboración propia

Resultados Con base en los elementos mencionados en la sección anterior, se llevó a cabo la implementación del prototipo S3R (ver Figuras 2 a 4). En esta sección se muestran las características obtenidas para el diseño completo.

Diseño electrónico

Considerando las características descritas, se desarrolló un sistema embebido que forma parte del módulo electrónico de control, encargado de realizar el control de la máquina completa. Se eligió un microcontrolador PIC8F2550 como núcleo del sistema embebido, ya que cuenta con las características mínimas necesarias, incluyendo interrupciones externas, temporizadores, módulo de comunicación SPI (Serial Peripheral Interface), modos de bajo consumo, entre otras. Para la lectura y escritura de las tarjetas de los usuarios, se utilizó un módulo RFID RC522, que utiliza el protocolo de comunicación SPI para la comunicación con el microcontrolador y es capaz de realizar la comunicación con tarjetas de 13.56 MHz a una distancia de hasta 6 cm. Para detectar los residuos que deposita el usuario, se eligieron sensores de distancia ópticos con salida digital, que cuentan con ajuste para la distancia de

detección. En el caso de la pantalla, se implementó una de cristal líquido, de 16X2 caracteres. Con los elementos seleccionados fue posible implementar por completo el módulo de control electrónico con las características de operación que se describieron.



Figura 2. Prototipo S3R, vista frontal.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Prototipo S3R, vista en perspectiva derecha. Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Prototipo S3R, vista en perspectiva izquierda. Fuente: Elaboración propia.

Diseño externo

Considerando el objetivo de la máquina, que en este caso es fomentar la responsabilidad con el medio ambiente del CUValles a través de la recolección de residuos reciclables, y tomando como base los criterios de diseño mencionados previamente, se propuso el diseño externo de la máquina, mismo que se describe a continuación. Se describen tres vistas de la máquina, siendo estas: frontal, lateral derecha y lateral izquierda.

Vista frontal: En esta área el sistema presenta en su parte superior, una pantalla de cristal líquido y una ranura para tarjeta. Cuenta también con 3 orificios para recepción de residuos. En la composición visual de la parte superior se encuentra la leyenda: S3R y debajo de esta, la frase: ¡Gracias por cuidar el ambiente!. Se incluyó el escudo de la Universidad de Guadalajara, además de varios juegos de 3 hojas de árbol acomodadas de manera circular de acuerdo con el símbolo de reciclaje. Se incluye la identificación de un programa del centro universitario, llamado: *Campus Responsable, Campus Sustentable*. En la vista frontal, aparece un diseño generalizado y adaptado al sistema de recolección con imágenes, palabras, símbolos para el uso del sistema, incluyendo detalles relacionados con el medioambiente (ver Figura 5). Siendo esta la vista con la que el usuario tiene el primer contacto, se incluyeron elementos representativos de la identidad de la Institución, con relación directa a la sostenibilidad a través de la recolección de residuos.



Figura 5. Vista frontal del S3R. Fuente: Elaboración propia.

Vista lateral derecha: En el conjunto de esta vista se incluyó nuevamente la identificación del programa *Campus Responsable, Campus Sustentable*, así como el símbolo del reciclaje. Con el objetivo de proporcionar al usuario información acerca de las consecuencias de la mala disposición de residuos reciclables, utilizando la pregunta *¿Cuánto tiempo tarda en degradarse?*, se incluye en la parte inferior información sobre el tiempo de degradación de cada uno de los residuos a recolectar. La vista lateral derecha, en contexto, está adecuada para la conciencia del medio ambiente, además de datos curiosos en composición de manera equilibrada con detalles relacionados con el medio ambiente (ver Figura 6).



Figura 6. Vista lateral derecha del S3R.
Fuente: Elaboración propia.

Vista lateral izquierda: Se incluye nuevamente la identificación del programa *Campus Responsable, Campus Sustentable*, así como el símbolo del reciclaje. Además, se añadió información referente a los beneficios del reciclado de los materiales a recolectar. En la vista lateral izquierda, se encuentran datos curiosos para desarrollar la conciencia sobre el medioambiente, que puede ser información indirecta para el usuario (ver Figura 7).

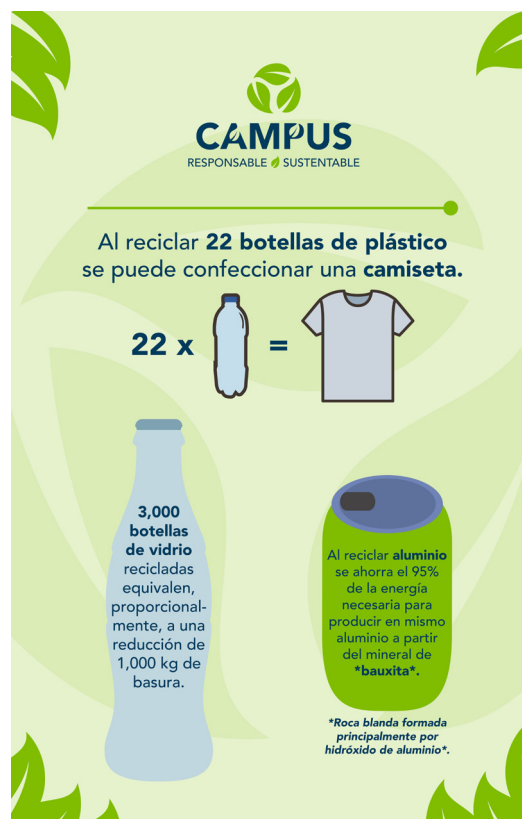


Figura 7. Vista lateral izquierda del S3R.

Fuente: Elaboración propia.

La composición de lo anteriormente descrito responde al objetivo de promover el cuidado del medio ambiente e incrementar el reciclaje. El diseño se imprimió en material de vinil adherible al sistema de recolección de residuos reciclables. Dicho sistema cuenta con una superficie con textura lisa y forma de prisma rectangular fabricado en acero al carbón.

Características esenciales del prototipo

A partir del sistema desarrollado, se pueden resaltar algunas características importantes:

- a.** Recolección separada de plástico, vidrio y aluminio. En el sistema se incluyen tres ductos separados para la recolección de los tres tipos de residuos: plástico, vidrio y aluminio. Cuenta también con tres contenedores separados para cada uno de ellos. De esta manera, se facilita la recolección final de estos residuos.
- b.** Tres sensores de proximidad. Los sensores, situados en la parte final de la tubería, permiten la detección de los residuos que se introducen en el sistema. Con esto, se pueden llevar estadísticas precisas de la cantidad de residuos que se recolectan en cada uno de los contenedores.

- c.** Despliegue de información en una pantalla de cristal líquido. El usuario conoce directamente la cantidad de puntos acumulados en su tarjeta a través de la pantalla de cristal líquido, ubicada en la parte frontal de la máquina. No se requiere la impresión de ningún ticket o aviso para dar a conocer al usuario esta información, lo que incrementa la eficiencia energética del sistema completo.
- d.** Interfaz de uso simple. La interfaz de usuario no requiere del uso de botones u otros mecanismos que puedan dificultar la operación del sistema por parte del usuario. Basta con que el usuario coloque la tarjeta en la ranura de la máquina para que este pueda conocer la cantidad de puntos que tiene almacenados en su tarjeta. Además, reduciendo el número de elementos en la interfaz de usuario, se puede incrementar la eficiencia energética del sistema completo. Una vez que el usuario retira la tarjeta, el sistema entra en modo de reposo de forma automática, después de un tiempo determinado.
- e.** Sistema de alertas para contenedores llenos. Con los sensores de proximidad se puede determinar cuándo los contenedores se encuentran llenos. Cuando esto ocurre, se muestra un mensaje informativo en la pantalla de cristal para que el usuario conozca el estado del contenedor respectivo. El sistema de alertas permite una mayor eficiencia en el tiempo utilizado para la recolección de residuos.
- f.** Sistema de estímulos económicos. Por cada residuo que se deposita en la máquina, el usuario recibe una cantidad de puntos en una tarjeta electrónica. La cantidad de puntos la define el administrador del sistema. Posteriormente, cuando el usuario lo decida, puede canjear sus puntos por recompensas, que también define el administrador.
- g.** Modos de operación. El módulo de control central tiene dos modos de operación, activo y en reposo. En el modo activo, se habilita la iluminación de la pantalla y los sensores de proximidad, se tiene este modo cuando el usuario coloca la tarjeta y permanece así hasta que la retira. El sistema está en modo de reposo cuando no se tienen tarjetas colocadas en la máquina. Estos dos modos de operación permiten una mayor eficiencia energética.
- h.** Módulo de control central. El sistema cuenta con un módulo electrónico que realiza el monitoreo y control de todos los procesos del sistema. En este módulo se realiza la detección de los residuos que se depositan, a través de las señales de los sensores de proximidad. También se realiza la gestión del módulo para lectura de tarjetas, a través de la lectura de los datos en la tarjeta que coloca el usuario y la escritura de la cantidad de puntos que se abonan en la tarjeta, después que el usuario deposita los residuos. También se conmuta entre los dos modos de operación de la máquina: en reposo cuando no hay una tarjeta colocada, y activo cuando se detecta una tarjeta y se inicia la detección de los residuos; esto permite disminuir la cantidad de energía

eléctrica requerida e incrementar la eficiencia energética. En el módulo de control central se realiza también la estimación del peso, mediante el conteo de residuos que entran en cada contenedor. Además, se muestran los mensajes correspondientes al usuario en la pantalla de cristal líquido. Finalmente, este módulo también realiza la apertura de la puerta de la máquina, a través de la detección de la tarjeta de apertura.

El prototipo S3R fue instalado en el Centro Regional para la Calidad Empresarial del CUValles, en julio de 2018. Como se esperaba, el prototipo llamó la atención de la población estudiantil y no solo de ellos, sino también de los visitantes, quienes iniciaron la tradición de tomarse fotos junto a la máquina. Esta situación constituye el inicio de un sistema de diseño, puesto que la interacción no solo es para el uso del objeto de diseño. Además, existe un grado de identificación con él gracias a que detona acciones para el mejoramiento del Centro Universitario. Por extensión, despierta la conciencia sobre el cuidado ambiental, iniciando la transición para implantar un ecosistema de innovación, y con ello, dar continuidad a los cuatro pasos propuestos por Thackara (2013). Dado que el proceso a realizar es cíclico, los pasos de diseño deberán repetirse partiendo ahora del uso del prototipo mismo. El usuario se plantea las preguntas sobre su uso, para responderlas, el prototipo cuenta con un gráfico que explica el uso adecuado. El usuario se identifica como uno de los actores involucrados, tal vez el primero; por su parte, también lo hacen el encargado de la recolección, el personal de mantenimiento, los encargados de las bonificaciones en las tarjetas y, por último, los comercios que forman parte del convenio para realizar el canje de las bonificaciones; llevando a cabo una vez más el llamado *whole system thinking*.

Conclusiones

La concepción de espacios que incentivan el espíritu de investigación temprana en los jóvenes como el Club Innovaciencia del CUValles, son de gran relevancia para las universidades, dado que los beneficios no son exclusivos de la comunidad estudiantil. En los proyectos de investigación se involucran los docentes, los investigadores, los funcionarios, los tomadores de decisiones de la Universidad y la comunidad cercana, motivando la participación colectiva con la finalidad de reprogramar y mejorar la cultura de un lugar en específico. El prototipo S3R es un ejemplo de cómo diseñar a partir de un sistema puede lograr lo anterior. Un objeto pensado para incrementar la cultura de reciclaje en un lugar se vuelve parte de la identidad de la comunidad.

Se involucró a expertos de distintas áreas en la realización del prototipo, el cual ofrece beneficios individuales, colectivos e inclusivos, partiendo de la idea de un objeto de recolección de residuos con una forma de operación intuitiva. El prototipo aporta a la generación de una economía

sostenible al buscar que se reduzca la cantidad de residuos y se reutilice la mayor cantidad de elementos que sea posible.

El prototipo será presentado primero ante las autoridades del CUValles. Una vez comprobada su utilidad será un elemento de diseño de fácil producción e implementación dentro de la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara. El diseño del prototipo S3R, ha sido una experiencia relevante para quienes formaron parte del equipo de trabajo. Los alumnos aprendieron de forma empírica y experimental el proceso de diseño desde el planteamiento de los objetivos, así como al involucrarse en los procesos de registro de propiedad industrial, inculcando de esta manera la importancia y relevancia del diseño integral de un sistema, contemplando todas las implicaciones del desarrollo. ●

Referencias

- Ausbox Vending. (2020). *Reverse Vendig Machines*. Recuperado el 6 de marzo de 2020 de <https://www.ausboxgroup.com.au/reverse-vending-machines/>
- Chaves, N. (2004). Marca gráfica de destino turístico. En *I Jornadas Diseño, Comunicación y empresa*. Palma de Mallorca. Recuperado de https://www.norbertochaves.com/articulos/texto/marca_grafica_de_destino_turistico
- Cortés Mora, H. G. y Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista EAN*, 78, 40–55. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n78/n78a04.pdf>
- El País, R. (2016). La máquina de estos hermanos caleños lo premia por reciclar. Recuperado el 6 de febrero de 2020 de <https://www.elpais.com.co/calila-maquina-de-estos-hermanos-calenos-lo-premia-por-reciclar.html>
- IMPI, I. M. de la P. I. (2020). Presentación LFPPi Conócela. Recuperado el 21 de diciembre de 2020 de <https://www.gob.mx/impi/documentos/presentacion-lfppi-conocela>
- Rubio, Alexis John y Lazaro, Joan P. (2016). Solar Powered Reverse Trash Vendo Machine. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, Vol. 4, No. 2.
- Margolin, V. (2017). *Construir un mundo mejor, Diseño y Responsabilidad Social*. México: Designio.
- Nahuel Vallarino, F. (2018). *La importancia del diseño industrial en los productos*. Universidad de Palermo. Recuperado de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/4937.pdf
- ONU. (2020). Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Recuperado el 11 de abril de 2019 de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

State Polytechnic University California. (2010). *Dream Machines Offer Rewards for Recycling*. Recuperado el 6 de marzo de 2020 de http://polycentric.cpp.edu/2010/07/dream_machines_rewards_recycling/

Thackara, J. (2013). *Diseñando para un mundo complejo*. México: Designio.

◆ Sobre los autores Héctor Huerta Avila

Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, en el año 2003. Maestro en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Control Automático en el CINVESTAV, Unidad Guadalajara, en el año 2005. En 2008, obtuvo un doctorado con la misma especialidad, en la misma institución. Actualmente, sus líneas de investigación se centran en el diseño y control de sistemas electromecánicos, tales como motores eléctricos, sistemas mecatrónicos, sistemas robóticos, entre otros, especialmente con sistemas no lineales y la aplicación de control robusto por modos deslizantes. Como resultado de su trabajo de investigación ha publicado más de 10 artículos en revistas indexadas y 3 capítulos de libro. Ha participado como ponente en 10 congresos y como revisor en 10 revistas internacionales. Cuenta con diversas solicitudes de propiedad industrial en el IMPI, incluyendo patentes, modelos de utilidad y diseños industriales, además de 3 patentes, 1 modelo de utilidad y dos diseños industriales con títulos concedidos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I.

Monica Georgina Avelar Bribiesca

Licenciada en Diseño para la Comunicación Gráfica por la Universidad de Guadalajara (UdeG), maestra en Mercadotecnia por la Universidad de Guadalajara (UdeG) y doctora en Metodología de la Enseñanza por el Instituto Mexicano de Estudios Pedagógicos (IMEP). Docente de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara. Ha impartido conferencias como: *Diseño de información para todos, ¿Libros para todos?* en la Universidad Iberoamericana (IBERO) Tijuana, en 2011, en el marco del XXII ENCUADRE; *Producción editorial* en Expo Logra de la Universidad de Guadalajara en noviembre de 2009; *Tipografía e identidad*, en el congreso Ingenium en la Universidad Marista de Guadalajara en agosto de 2009; Ciclo de conferencias *Recalentado* en febrero de 2013 y *Señalización en el Área Metropolitana de Guadalajara, criterios y normativas*, en la Universidad UTEG en 2015. Fue directora creativa en Diseño Corporativo de 2006 a 2013. Es Co-autora de los libros *Pensar en Diseño Gráfico* (2012) y *Reflexiones sobre los posgrados de diseño en México* (2017). Fue coordinadora de la edición del libro *El Proyecto de Diseño para la Innovación* (2017). Fue coordinadora de la Maestría en Diseño e Innovación Industrial de 2016 a 2019 en la Universidad de Guadalajara. Participó en el Challenge 2020 de la Bienal Iberoamericana de Diseño en Madrid, España (2020). Actualmente es candidata al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de Conacyt en México.