



# V Verano de Formación de Jóvenes Investigadores

## Memoria de Proyectos

2010

Instituto Tecnológico de Colima  
del 21 de junio al 23 de julio de 2010

---

# V Verano de formación de Jóvenes Investigadores



# COMITÉ ORGANIZADOR

**C.P. CIRILO NARANJO CANTABRANA**

Director del Instituto Tecnológico de Colima

**M.C. OSCAR LUIS BARAJAS PASTOR**

Subdirector Académico

**M.C. GILBERTO RENÉ MARTÍNEZ**

Subdirector de Planeación y Vinculación

**M.A. SERGIO RAFAEL UREÑA FUENTES**

Subdirector de Servicios Administrativos

**L.I. PEDRO FLETES GUDIÑO**

Jefe del Departamento de Sistemas y Computación

**DR. JESÚS ALBERTO VERDUZCO RAMÍREZ**

Coordinador General del V VFJI

**ACADEMIA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

Apoyo Logístico

**LIC. MAGDALENA TORRES PACHECO**

Difusión del V VFJI

## INSTRUCTORES DE CURSOS

**M.C. GERARDO FUENTES COVARRUBIAS** - Redacción de Documentos Científicos

**M.C. RICARDO FUENTES COVARRUBIAS** - Metodología de la Investigación

**DR. NICANDRO FARIAS MENDOZA** - Administración de Proyectos de Investigación

**ANGÉLICA DELGADILLO JIMENEZ**

Secretaria

**EDUARDO AGUIRRE MANCILLA**

**JOSÉ IGNACIO GALINDO MARTÍNEZ**

Diseño de Portada y Sitio Web

V Verano de Formación de Jóvenes Investigadores  
Instituto Tecnológico de Colima del 21 de junio al 23 de Julio de 2010

# COMITÉ ACADÉMICO

**ARQ. REBECA DÍAZ MARTÍNEZ**  
Departamento de Ciencias de la Tierra

**M.C. MARÍA AURORA ANDRADE URSÚA**  
Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica

**M.C. OLIMPO LÚA MADRIGAL**  
Departamento de Ingeniería Industrial

**LIC. MIGUEL ANGEL VILLASEÑOR URIBE**  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**L.I. PEDRO FLETES GUDIÑO**  
Departamento de Sistemas y Computación

**M.C. JUAN MANUEL TORRES OCHOA**  
Departamento de Ciencias Básicas

**L.I. DÉBORA FABIOLA NAVA HUITRÓN**  
Departamento de Servicios Escolares

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico de Colima de manera similar a todas las instituciones del país se enfrenta a un proceso de globalización que exige el mejoramiento continuo de sus procesos, de su planta docente y su comunidad estudiantil. En particular, el quehacer académico requiere cada vez más de profesores y estudiantes con alto grado de compromiso en la realización de sus tareas cotidianas, que desemboque en una sólida preparación académica y una profunda vocación científica.

Como una respuesta natural a estos retos, la institución ha entrado en procesos de acreditación y certificación de sus procesos académicos y administrativos. En el aspecto de la investigación científica de manera similar se han implementado un conjunto de acciones tendientes al fomento de esta actividad en la institución. Una de las primeras respuestas es el fomento del trabajo académico colegiado mediante la integración de los profesores en grupos especializados de trabajo, así como la conformación de los cuerpos académicos.

Como fruto de este trabajo colegiado, desde el verano de 2006, el departamento de Sistemas y Computación promueve el programa denominado **Verano de Formación de Jóvenes Investigadores (VFJI)**. Este programa contempla una estancia de cinco semanas que totalizan 200 horas de trabajo. Durante esta estancia, los estudiantes que cumplan los requisitos que marca este programa trabajan en colaboración con profesores de la planta docente desarrollando proyectos de investigación.

Al participar durante cinco semanas en el lugar de trabajo de un experto y en el marco de proyectos de actualidad, los jóvenes encontrarán una experiencia invaluable que les ayudará a definir su vocación científica, ampliando sus conocimientos y sus opciones para futuras etapas en su formación profesional. Para enriquecer la estancia de verano, a los estudiantes se les capacita en cursos de: Metodología de la Investigación, Manejo Estadístico de Datos, Redacción de Documentos Científicos, Administración de Proyectos de Investigación. Para concluir, los participantes en el VFJI celebran una reunión en la cual presentan los resultados de su investigación y festejan la conclusión de su estancia con una convivencia.

Este documento integra los resultados de las actividades de investigación realizadas en la V edición de este programa de verano, mismas que se describen en las secciones siguientes.

# CONTENIDO

Título del Artículo	Página
Automatización de una Estación de Estampación de Pelotas de Ping-Pong, para su Procesamiento en Control de Calidad por Medio de Colores, Usando Técnicas de Visión Artificial..... Isaías Romero C., Juan A. Ojeda G., Ricardo Fuentes Covarrubias, Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias	1
Laboratorio Virtual de Enseñanza de Valores para Niños..... I. Guerrero García, J. García Virgen, A. C. Ruiz Tadeo, R. Aviña Iglesias, G. Luna Torres, S. Ríos Solórzano.	6
Sistema de Identificación de Activo Fijo Agrícola..... Marduk A. Gutiérrez, Juan J. Cuevas, Jesús Alberto Verduzco	10
Desarrollo de un Algoritmo con Opencv para la Identificación y Clasificación de Objetos, en Base a su Color, en Video de Tiempo Real..... Juan A. Ojeda G., Ricardo Fuentes Covarrubias, Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias	13
Recolección de Indicadores de la SEDER Mediante Dispositivo Móviles..... María del Rosario Cobián, Carmen Lilia Corona, Crystal Robles Martínez, Aldo López Gómez, Jesús A. Verduzco	18
Identificación y Clasificación de Colores en Pelotas de Pingpong, por Medio de un Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1..... Villela E. Elvia A, Romero C. Isaías, Ojeda G. Juan A., Ricardo Fuentes Covarrubias, Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias	21
Definición de Requisitos y Esquemas de Evaluación para el Repositorio de Reactivos del ROATEC Fundamentado en ISO 25000 (SQuaRE)..... N. Farías, A. D. Chávez Rojas, R. E. Chávez, H. Anguiano, H. Moreno.	27
Desarrollo de Espacios Educativos Virtuales a Través del Diseño de Objetos de Aprendizaje..... Nicandro Farías, Alma D. Chávez, R. Evelia Chávez, Héctor Anguilano Navarro, Luis Giovany Salaiza, Carlos Lobato R., Sergio Luna E.	35

# Automatización de una Estación de Estampación de Pelotas de Ping-Pong, para su Procesamiento en Control de Calidad por Medio de Colores, Usando Técnicas de Visión Artificial

(I) Romero C. Isaías, (II) Ojeda G. Juan A. Asesores (III) M.C. Ricardo Fuentes Covarrubias y (IV) M. C. Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias.

(I) Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Universidad y Leonismo Internacional S/N Ciudad Universitaria C.P. 82017 Mazatlán, Sinaloa, México.

(II) Universidad de Guadalajara, Av. Juárez No.975 Col. Centro. Guadalajara, Jalisco. C.P. 44100,

(III) (IV) Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de Colima.

**Resumen**—Este proyecto consiste en tres partes, que son la Estación de Estampación, Visión Artificial y el Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1. El objetivo general de todo el trabajo es lograr pasar las pelotas de ping-pong iniciando en la Estación de Estampación, esta una vez que realizó todo los procesos y movimientos correspondientes le permitía a la pelota pasar a una canaleta donde al final se encontrara una cámara web esperando cada una de las pelotas. Esta cámara identifica el color por medio de la programación de Visión Artificial y cuando logra reconocer dicho color la computadora manda una señal al Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1 para ejecutar la rutina correspondiente para tomar la pelota que llego desde la Estación de Estampación y así colocarla en su respectivo recipiente. Todo este proceso se seguirá llevando a cabo mediante un ciclo en donde se indicara la cantidad de pelotas que estarán haciendo todo este recorrido.

**Temas claves**—Estación de Estampación, Visión Artificial, Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1.

## INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de automatización nos estamos refiriendo a un sistema que realiza un conjunto de tareas de una manera automática, ya que fue programada anteriormente por operadores humanos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales: La Parte de Mando y la Parte Operativa.

La Parte Operativa es la que actúa directamente sobre la maquina. Es todo aquello que logra hacer que la maquina se mueva y logre realizar su tarea asignada, en este caso podemos mencionar algunos, tales son: el aire comprimido que sin el nada se movería, el brazo seleccionador, el disco rotatorio, el brazo pick&place, los diferentes sensores y compresores.

La Parte de Mando es la parte que se programa y tiene el control sobre todas las partes de la maquinaria, ya que puede comunicarse con cada uno de ellos, en este caso hablamos de PLC (Controlador Lógico Programable).

Gracias al uso de los sistemas de automatización muchas empresas han logrado una mayor producción y de mejor calidad. También nos ayuda a realizar tareas las cuales son muy complicadas o incluso en veces imposibles para llevarlas a cabo un persona, entre estas tareas se encuentra el de levantar objetos muy pesados, y para una maquina esta tarea es algo muy sencillo de llevar a cabo.

## PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Todo comienza con la Estación de Estampación, aquí colocaremos las pelotas [1] que irán pasando hasta llegar al final donde serán tomadas por el Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1.



Fig. 1. Pelotas acomodadas para iniciar.

Lo primero que debemos de mencionar es que esta Estación de Estampación se programa a través de “Festo Software” por lo tanto el código se desarrollo en la aplicación FST 4. La Estación al momento de hacerla funcionar activa el Brazo Seleccionador, este brazo se moverá dándole el paso a una pelota de ping-pong y a la vez deteniendo el resto que están atrás para evitar que pasen todas [2], y decimos a nuestra variable (R0) que funciona como contador que incremente de uno en uno para ir contando las pelotas que van pasando.

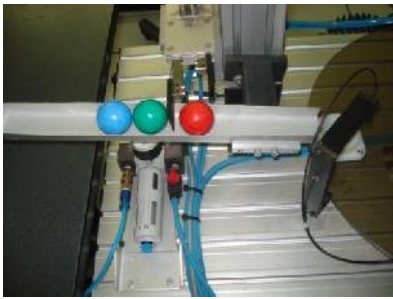


Fig. 2. Se le permite el paso a una pelota y se detienen las demás

Cuando la pelota que fue seleccionada pasa, se desliza a través de una canaleta y llega hasta un Canjilón el cual se encuentra sobre un Disco Rotatorio [3], la pelota al caer dentro del Canjilón activa un sensor el cual indica que hay algo adentro de él [4], entonces provoca que el Disco Rotatorio gire hasta el fin de carrera.



Fig. 3. Canjilón y Disco Rotatorio

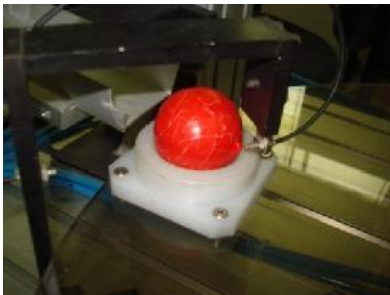


Fig. 4. Pelota dentro del Canjilón activando el sensor

Una vez que el disco llega al fin de carrera y se detiene activa otro sensor el cual verifica si el Canjilón trae consigo algún objeto [5] (en este caso una pelota de ping-pong) si el sensor que se encuentra en fin de carrera no se activa entonces nos indica que el Canjilón esta vacío y hará que el Disco Rotatorio regrese a su posición inicial en espera de otra pelota, también le diremos a nuestra variable contador (R0) que disminuya un valor ya que no hubo ninguna pelota que llegara hasta el final de carrera (esto se hace ya que muchas veces al momento de girar el Disco Rotatorio la pelota se cae y cuando llega al fin de carrera se detiene por completo el sistema, por eso se vuelve a comprobar con el sensor de fin carrera si el Canjilón lleva consigo algún objeto) si el sensor detecta la presencia de un objeto en el fin de carrera entonces manda a ejecutar el Brazo Pick&Place el cual se coloca arriba del Canjilón quedando la pelota en medio [6].

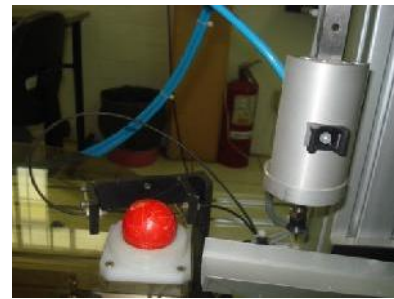


Fig. 5. Canjilón en Fin de carrera, el sensor comprueba que no esté vacío



Fig. 6. El brazo Pick&Place se coloca para tomar la pelota

El Brazo Pick&Place lo que hace es activar una válvula de succión que toma a la pelota por medio de aire comprimido y una vez que la toma se enciende un sensor el cual confirma que ha tomado algo, y regresa a su posición inicial, llevando consigo la pelota [7] y la suelta para que deslice a través de otra canaleta [8] hasta llegar donde se encuentra la cámara web (cuando el sensor de la válvula de succión se activa, se manda una señal al Brazo Seleccionador para que regrese a su posición inicial y se prepara para cuando se le vuelva indicar dejar pasar otra pelota). Al momento que el Brazo Pick&Place soltó la pelota, se le indica al Disco Rotatorio que regrese a su lugar inicial y se activa un Timer con un determinado tiempo para esperar a que pase otra pelota, una vez concluido este tiempo en el programa se ejecutara una condición la cual pregunta si nuestro Contador (R0) ya llegó al valor que nosotros indicamos (la cantidad de pelotas que queremos que pasen), de ser así el Estación se detendrá dando como finalizado su labor de lo contrario, el Brazo Seleccionador le da el paso nuevamente a una nueva pelota y todo el proceso se repite hasta completar el ciclo donde se indica cuantas pelotas estarán pasando.



Fig. 7. El brazo Pick&Place mueve la pelota de lugar



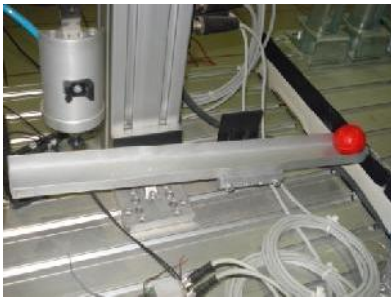


Fig. 8. La pelota sigue su recorrido hasta llegar al final de la canaleta



Fig. 11. El Brazo se mueve a su posición de aproximación

### Visión Artificial

Una vez que la pelota de ping-pong llega al final de la rampa donde se encuentra la cámara web, esta capta la llegada de un objeto [9] y por medio de comparaciones con histogramas identifica el color de la pelota, ya sea verde, roja o azul. Una vez que se tiene el color la computadora manda una señal al Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1 a través de un sensor de bits [10] el cual señala cual rutina es la que va a ejecutar.



Fig. 9. La pelota es captada por una cámara web



Fig. 12. El Brazo descende a tomar la pelota



Fig. 13. El Brazo se mueve hacia el contenedor adecuado para el color de la pelota para depositarla en el.

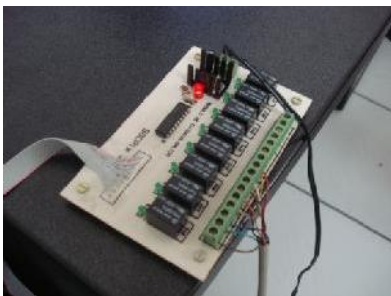


Fig. 10. El sensor indica cual rutina ejecutara el Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1

### Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1

Cuando una pelota llega hasta el fin de la canaleta y su color ya fue identificado por la cámara web, el Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1 ejecuta la rutina correspondiente a ese color. Todas las rutinas comienzan desde el nido hasta una posición de aproximación [11] donde se encuentra la pelota, una vez estando en este lugar, el Brazo Robótico desciende para tomar la pelota [12] y llevarla a su respectivo contenedor [13].

### APÉNDICE A: DATOS DEL MOTOR

En esta parte vamos a ir explicando el funcionamiento del código de la Estación de Estampación lo más detallado posible.

Para el funcionamiento de este programa usamos los STEP, que cada uno de ellos vienen siendo Métodos. Cada STEP puede comenzar con un Condicional (IF) o simplemente podemos decirle que ejecute cierta acción usando THEN.

STEP uno				STEP tres			
IF		I0.3		IF		I2.0	
THEN SET		O0.0		THEN SET		O0.1	
STEP contador				STEP cuatro			
THEN INC		R0		IF		I2.5	
STEP dos				THEN SET		O0.4	
IF		I2.3		STEP cinco			
AND	N	I2.4		THEN RESET		O0.0	
THEN SET		O1.7		STEP seis			
STEP tiempo1				IF		I2.2	
THEN SET		T7		THEN RESET		O0.1	
WITH		2s		STEP siete			
STEP alto1				IF		I2.6	
IF	N	T7		THEN RESET		O0.4	
THEN JMP TO	detectar			STEP ocho			
STEP detectar				IF	N	I2.2	
IF	N	I2.1		THEN RESET		O1.7	
THEN JMP TO	tres						
OTHRW JMP TO	error						

El “STEP uno” nos pone una condición que dice: Si el botón verde fue presionado (IF I0.3) entonces mueve el brazo seleccionador para que pase una pelota (THEN SET O0.0).

El “STEP contador” lo único que hace es incrementar nuestro contador en uno (THEN INC R0) después de haber pasado una pelota. Podemos notar que este STEP no tiene ninguna condición solo le decimos que ejecute el incremento de la variable (R0).

El “STEP dos” nos pregunta: Si el Disco Rotario se encuentra en inicio de carrera y el Canjilón NO está vacío (IF I2.3 AND N I2.4) entonces le indicamos que gire el Disco Rotatorio a final de carrera (THEN SET O1.7).

En el “STEP tiempo1” solo inicializamos una variable con el valor de 2 segundos (THEN SET T7 WITH 2s)

En el “STEP alto1” preguntamos si la variable T7 NO está activa entonces saltara al otro paso (IF N T7 THEN JMP TO detectar). En este caso la variable T7 se desactivara hasta que pasen los 2 segundos que le dijimos, por lo tanto tendrá que esperar ese tiempo para saltar al otro paso. Este STEP lo usamos para cuando el disco rotario llegue al final de carrera el sensor tenga tiempo de activarse si es que el Canjilón lleva algo consigo.

En el “STEP detectar” la condición presente es que si el sensor se desactiva (IF N I2.1), para que este sensor se desactive el canjilón debe llevar consigo un objeto, salte al paso tres (THEN JMP TO tres) de lo contrario que salte al paso de error (OTHRW JMP TO error) los STEP de error se explicaran más adelante.

El “STEP tres” pregunta si el Disco Rotatorio esta en fin de carrera (IF I2.0) de ser así le dice que ponga el Brazo Pick&Place encima de la pelota (THEN SET O0.1)

“STEP cuatro” aquí la condición que se presenta dice que si el Brazo Pick&Place está encima de la pelota (IF I2.5) entonces que active la válvula de succión para tomarla (THEN SET O0.4)

El “STEP cinco” solo dice que el Brazo seleccionador regrese a su posición inicial (THEN RESET O0.0)

En el “STEP seis” preguntamos si la válvula de succión logro tomar la pelota (IF I2.2) entonces que regrese el Brazo Pick&Place a su posición inicial junto con la pelota (THEN RESET O0.1)

El “STEP siete” nos pregunta si el Brazo Pick&Place está en su posición inicial (IF I2.6) entonces le decimos que suelte la pelota (THEN RESET O0.4)

El “STEP ocho” pregunta si ya no tiene nada la válvula de succión (IF N I2.2) entonces que el disco rotario regrese a su posición inicial (THEN RESET O1.7)

```

STEP tiempo2
  IF          N      I2.2
  THEN SET    T5
            WITH    8s

STEP pregunta
  IF          (      V6
            =      R0      )
  THEN JMP TO uno
  OTHRW JMP TO alto2

STEP alto2
  IF          N      T5
  THEN SET    O0.0

STEP Ciclo
  IF          I2.3
            AND    N      I2.4
  THEN JMP TO contador
    
```

```

STEP error
  THEN RESET    O1.7

STEP error2
  THEN RESET    O0.4

STEP error3
  THEN RESET    O0.0

STEP contarmen
  THEN DEC      R0

STEP error4
  THEN RESET    O0.1
            JMP TO uno
    
```

El “STEP tiempo2” pregunta de nuevo, si ya no tiene nada la válvula de succión (IF N I2.2) entonces inicializamos otra variable de tiempo pero ahora con 8 segundos (THEN SET T5 WITH 8s)

El “STEP pregunta” se encarga de preguntar si el contador ya alcanzo el valor de 6 que es el que nosotros le dimos (IF V6=R0) en caso de que esta condición se cumpla se regresara al paso uno el cual detiene todo hasta que presiones nuevamente el botón de inicio (THEN JMP TO uno) en caso contrario de no cumplirse esta condición el programa continua al STEP alto2 (OTHRW JMP TO alto2)

“STEP alto2” este paso al igual que el alto1 hace lo mismo mientras la variable T5 no esté desactivada (IF N T5) todo el proceso se detendrá por el tiempo indicado, y una vez concluido el tiempo de espera la acción que se le pide que ejecute es que mueva nuevamente el brazo seleccionador (THEN SET O0.0) en otras palabras que le dé el paso a una nueva pelota.

El “STEP ciclo” nos pregunta nuevamente si el Disco Rotatorio esta en inicio de carrera y si el canjilón NO está vacío (IF I2.3 AND N I2.4) podemos notar que es la misma condición del paso dos, si esto se cumple saltamos al paso de contador (THEN JMP TO contador), donde se volverá a iniciar todo el proceso y estará repitiéndose hasta que la condición del “STEP pregunta” se cumpla.

Ahora veremos que hace el programa cuando llega al paso de error.

“STEP error” regresa el Disco Rotatorio a inicio de carrera (THEN RESTE O1.7)

“STEP error2” cierra la válvula de succión (THEN RESET O0.4)

“STEP error3” regresa el Brazo seleccionador a su posición inicial (THEN RESET O0.0)

“STEP contarmen” disminuye el valor de la variable contador (R0) en uno, (THEN DEC R0)

“STEP error4” coloca el Brazo Pick&Place en su posición inicial (THEN RESET O0.1) y saltamos al paso uno (JMP uno) como ya sabemos este paso detiene todo el funcionamiento hasta que nuevamente se oprima el botón de inicio.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros maestros M.C. Ricardo Fuentes Covarrubias y M.C. Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias, por ayudarnos a comprender los temas de programación robótica, PLC, visión artificial en un lapso menor al ordinario, ya que vimos temas en 3 horas que son clases de todo un semestre. También les agradecemos a los maestros M.C. Mónica Talía Violeta Sierra Peón y M.C. Carlos Cedillo Nakay por sus consejos de cómo escribir el reporte de manera adecuada. A todos ellos se les agradece mucho su tiempo y paciencia que tuvieron con cada uno de nosotros.

#### REFERENCIAS

Bernhard Plagemann, Festo “FST4 Manual”

Ing. C. J. Jiménez “PLC”

## Laboratorio Virtual de Enseñanza de Valores para Niños

I. Guerrero García, J. García Virgen, A. C. Ruíz Tadeo, R. Aviña Iglesias, G. Luna Torres, S. Ríos Solórzano  
Instituto Tecnológico de Colima, Ave. Tecnológico No. 1, CP 28976, Teléfono (312) 31-2-99-20 Ext. 224  
iguerrero@itcolima.edu.mx, jgarcia@itcolima.edu.mx, atadeo@itcolima.edu.mx, raai5@hotmail.com.,  
jupitergigante@msn.com, viajero\_col@hotmail.com.

**Resumen**—El presente artículo plasma una manera de enseñar a los niños de entre 4 a 8 años, valores éticos por medio de Internet, llevando a cabo actividades familiares ecológicas, como son: responsabilidades de la familia, cuidado del medio ambiente, cuidado de su entorno social, entre otros. Tenemos básicamente 3 objetivos dentro de nuestro laboratorio: La Familia, La Casa y el Conocimiento de su Localidad. En la parte de la familia, el niño adquirirá valores como el orden, la responsabilidad, la higiene, y el respeto familiar, que deben acompañarlos toda su vida. En la parte de la casa, el niño conocerá algunos factores importantes que influyen en beneficio de su hogar, como son el sol, el agua, las plantas, los animales, y el acondicionamiento de la casa. En la última parte, el niño conocerá lugares de Colima por medio de un autobús virtual. Con esto, se pretende que los niños conozcan más de su entorno social, su familia y su casa, y con ello formarles valores.

**Temas claves**—Valores Éticos, laboratorio virtual, viviendas ecológicas, la familia, la localidad.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha convertido tanta la necesidad por entrar al internet, como la necesidad de ver las noticias por televisión. Es como la gota de agua que conoce por primera vez al río y que posteriormente al llegar al cauce del mar se da cuenta que es un mundo de gotas de aguas por conocer. Por lo tanto el internet se ha convertido en un mundo virtual por experimentar.

Varias universidades conocen las ventajas que tienen al aplicar nuevas tecnologías, ya que logran disminuir los costos operativos e incrementar el conocimiento de sus alumnos a

---

Isabel Guerrero García labora en el Instituto Tecnológico de Colima,  
Departamento de sistemas y computación.  
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México.  
Tel/Fax: 52(312) 31 2 9920, Ext 224, e-mail: [iguerrero@itcolima.edu.mx](mailto:iguerrero@itcolima.edu.mx)

Juan García Virgen labora en el Instituto Tecnológico de Colima,  
Departamento de sistemas y computación.  
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México. Tel/Fax:  
52(312) 31 2 9920, Ext 224, e-mail: [jgarcia@itcolima.edu.mx](mailto:jgarcia@itcolima.edu.mx)

Ana Claudia Ruiz Tadeo labora en el Instituto Tecnológico de Colima,  
Departamento de sistemas y computación.  
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México. Tel/Fax:  
52(312) 31 2 9920, Ext 224, e-mail: [atadeo@itcolima.edu.mx](mailto:atadeo@itcolima.edu.mx)

Ramón Aviña Iglesias labora en el Instituto Tecnológico de Colima,  
Departamento de Ciencias de la Tierra.  
Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima, México.  
Tel/Fax: 52(312) 31 2 9920, Ext 245, e-mail: [raai5@hotmail.com](mailto:raai5@hotmail.com)

través del internet, como la universidad de Extremadura en Europa. El cual utiliza un laboratorio virtual de lecto-escritura para todo aquel que necesite leer y escribir español. Además cuenta también, con un laboratorio para aprender el idioma inglés y próximamente el portugués.[1].

Por otra parte Discovery Kids Channel, es un canal estadounidense con programación enfocada a temas educativos para niños tanto en televisión como en el internet. Actualmente tiene un programa "Mundo te quiero verde." Para apoyar a preservar la Biodiversidad.[2]

El internet se ha convertido en un canal de aprendizaje para las instituciones educativas, por lo que existe un portal de creación e investigación multimedia. GENMAGIC.ORG, es un entorno de investigación y creación de aplicaciones multimedia dinámicas para su integración en entornos virtuales de aprendizaje. Hoy en día, colabora como grupo de trabajo en el DiM (grupo de trabajo de Didáctica y Multimedia) del Departamento de Pedagogía Aplicada, en el marco institucional de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona.[3]

### FUNDAMENTO TEÓRICO

En este apartado presentamos los conceptos teóricos que respaldan la creación de un laboratorio virtual para la enseñanza de valores.

#### Educación -Valores Éticos

La educación es la base del éxito para todo ser humano, ya que; de ella depende la formación de valores universales, actitudes, responsabilidad por el medio ambiente, capacidades y habilidades profesionales en cada individuo.

Decía Aristóteles que "Aquellos que educan bien a los niños merecen recibir más honores que sus propios padres, porque aquellos sólo les dieron vida, éstos el arte de vivir bien." Por lo que la Educación es el acto y el proceso de impartir o adquirir conocimiento, habilidades. La ética es una rama de la filosofía que abarca el estudio de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir.[4].

Según Fernando Savater dice que "Después de tantos años estudiando la ética, he llegado a la conclusión de que toda ella se resume en tres virtudes: coraje para vivir, generosidad para convivir, y prudencia para sobrevivir".

#### Laboratorio Virtual

Un Laboratorio Virtual es un simulador de prácticas manipulables que pueden ser elaboradas por un alumno o docente en el caso de enseñanza a distancia o bien por un

consultante de algún proyecto.

Un Laboratorio Virtual es una imitación digital de prácticas de campo o de laboratorio, hechas en la pantalla de la computadora (simulación), en una visión realista con profundidad de campo y visión minuciosa, que requiere que el usuario se ponga una situación de realidad virtual.

La mayoría de los laboratorios virtuales de física son pequeñas simulaciones escritas en JAVA, un lenguaje de programación interactivo para multimedia. Ejemplo de los tipos de micro prácticas en física son los de la Universidad Nacional de Colombia, [5] la Universidad de Oregon [6].

Kappelman (2002) presenta los requisitos de un buen laboratorio virtual:

- Ser auto contenido.
- Ser interactivo.
- Combinar imágenes bidimensionales y tridimensionales.
- Tener animación tridimensional, video y sonido.
- Incluir ejercicios (cuya calificación puede ser enviada automáticamente al usuario).
- Instalación automática.
- Que la navegación no sea necesariamente lineal.
- Posibilidad de guardar notas sin necesidad de procesador de textos externo.
- Un buscador.

### Vivienda Ecológica

Una vivienda ecológica es la que integra en igualdad de importancia los factores económicos, sociales y ambientales de la vivienda teniendo como características: satisfacción en el uso, salud humana, aprovechamiento de energía renovable, instalaciones que consuman pocos recursos y la adaptación al usuario, a si como la utilización de materiales ecológicos para su construcción.[7]

Blu Homes, Evolution, Se fabrica con materiales ecológicos y cuenta con diversos sistemas para aprovechar el agua de lluvia y ahorrar hasta la mitad de energía que una convencional, con energía solar pasiva.

Las casas de barro o de paja vuelven del pasado como un sistema sencillo de prefabricación de viviendas.



Fig. 1 Climatización pasiva por conducción (El Remate, Cómala).

Además existen varios elementos ahorradores de energía como son: los focos ahorradores, los sistemas fotovoltaicos, los calentadores solares y aislantes térmicos.



Fig. 2 Construcción Subterránea (UABC Campus Mexicali Unidad de Servicios Estudiantiles).

También se encontró que la orientación de la casa nos puede ayudar a aprovechar los vientos, colocando ventilación cruzada la cual permitirá la entrada de aire fresco y sacar el aire caliente de la casa.

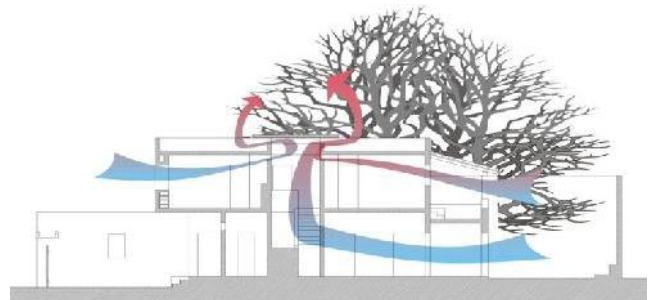


Fig.3 Ventilación inducida (Casa La Armonía, Colima Gabriel Gómez Azpeitia).

Con todos estos elementos podemos modificar nuestra casa tradicional en una casa ecológica, ya que con estos obtendremos varios beneficios los cuales son: el ahorro de recursos naturales, evitar la contaminación y el principal, que es el ahorro económico que cada familia obtendrá.

En el municipio de Colima solo se encontró un fraccionamiento que cumplía con los requisitos de vivienda ecológica, como lo es el “Bosques del Sur”.



Fig.4 Fraccionamiento Bosques del Sur.

### La Familia

La familia, según la Declaración Universal de los Derechos Humanos, es el elemento natural y fundamental de la sociedad y tiene derecho a la protección de la sociedad y del Estado.[8]

Los lazos principales que definen una familia son de dos tipos: vínculos de afinidad derivados del establecimiento de un vínculo reconocido socialmente, como el matrimonio[9] que, en algunas sociedades, sólo permite la unión entre dos personas mientras que en otras es posible la poligamia, y vínculos de consanguinidad, como la filiación entre padres e hijos o los lazos que se establecen entre los hermanos que descienden de un mismo padre. También puede diferenciarse la familia según el grado de parentesco entre sus miembros.

### La Localidad

"Para educar a un niño, hace falta la tribu entera."

Proverbio africano, lema de la Movilización Educativa, proyecto de José Antonio Marina.

Localidad es una división territorial y administrativa genérica para cualquier núcleo de población con identidad propia. Puede ser tanto un núcleo de pequeño tamaño y pocos habitantes (aldea, pueblo), como un núcleo de gran tamaño y muy poblado (ciudad).

La unión de varias localidades forma una entidad política o jurisdiccional, como por ejemplo, un municipio. También es posible que tal entidad política se forme con una única localidad. Una u otra cosa suelen estar determinadas por factores geográficos (como el grado de poblamiento concentrado o poblamiento disperso que exista sobre el espacio geográfico, a su vez influido por factores físicos y humanos), factores históricos.

### MODELO DEL LABORATORIO VIRTUAL DE ENSEÑANZA DE VALORES PARA NIÑOS.

El proyecto se realizará en Instituto Tecnológico de Colima en el área de Sistemas y computación.

La Figura numero 5 presenta el diagrama del Laboratorio Virtual en donde primeramente el usuario accesa al Laboratorio a través del internet, posteriormente accesa al Repositorio de Objetos de Aprendizaje ROATEC.

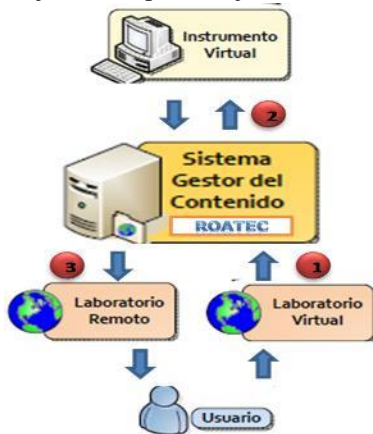


Fig. 5 Diagrama del diseño del Laboratorio Virtual para Niños.

Para el desarrollo del sitio Web se utilizarán las siguientes herramientas de diseño y programación:

- Macromedia Dreamweaver: Combina la facilidad de crear páginas web, e insertar dinamismo a las páginas a través de

scripting y objetos flash.

- HTML: (HyperText Markup Language). Es un lenguaje para el formato de documentos de hipertexto que estructura un documento por medio de etiquetas (tags) que posteriormente interpretará el navegador (Mozilla Firefox o Internet Explorer).

- JavaScript.: Es un lenguaje de scripts, interpretado y derivado de Java que permite añadir a las páginas web efectos y funciones adicionales a los contemplados en el estándar HTML.

Las imágenes a utilizar pertenecen al Departamento de sistemas y computación y a las investigaciones de nuestro laboratorio de enseñanza virtual.

Los archivos de imágenes que se incluirán en el sitio web tendrán extensión JPG.(Joint Photographic Experts Group), formato que soporta 24 bits por pixel y 8 bits por pixel.

Los archivos de videos que se incluirán en el sitio web tendrán extensión AVI (Audio Video Interleaved), formato de video digital que intercala archivos de sonido con cuadros de video (bitmaps) para generar imágenes con movimiento.

El alojamiento del sitio web será:

- <http://www.tsicolima.com>



Fig.6 Repositorio de Objetos de Aprendizaje.

### Ejemplo de Subsección



Fig. 7 Pantalla Principal



Fig. 8 Sección Familia

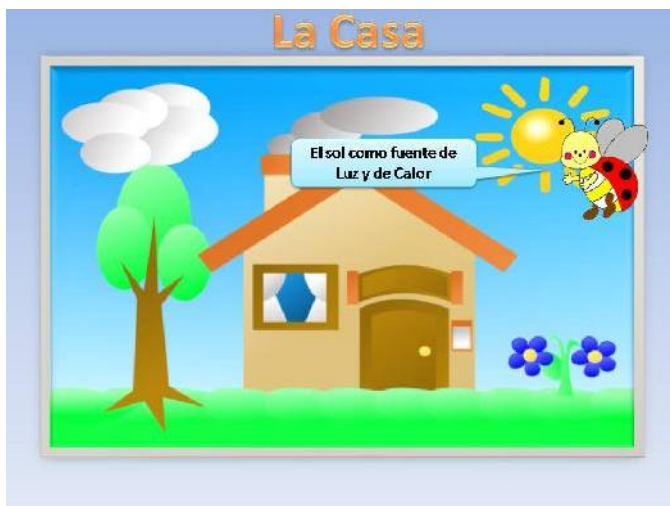


Fig. 9 Sección Casa



Fig. 10 Sección Localidad

#### RESULTADOS ESPERADOS

1. Desarrollar los valores éticos en los niños.
2. Ampliar la población estudiantil, receptores de los conocimientos impartidos a través de la web rompiendo las barreras de la distancia, fronteras o la posesión del material de estudio.
3. Resaltar la importancia de la imagen turística del Estado de Colima, México, dado que la web incorpora movimiento a las imágenes permitiendo la comprensión de los lugares.
- 4- Permitirá respetar el tiempo biológico de los estudiantes fomentando el auto aprendizaje.

#### REFERENCIAS

1. Portal UEX Universidad de Extremadura. (2000-2010.)
2. Portal Discovery channel (www.tudiscoverykids.com).
3. Portal de Universidad Autónoma de Barcelona.
4. Singer, Peter. "Ethics"(Consultado el 15 de junio de 2009).
5. Portal Universidad Nacional de Colombia (www.unal.edu.co).
6. Portal Universidad de Oregón (www.uoregon.edu)
7. Publicaciones, Proyectos de iarquitectos 2010 ( <http://iiarquitectos.blogspot.com/2010/01/vivienda-ecologica.html>).
8. «Artículo 16. 3». Declaración Universal de los Derechos Humanos. Asamblea General de las Naciones Unidas (1948). «La familia es el elemento natural y fundamental de la sociedad y tiene derecho a la protección de la sociedad y del Estado.».
9. Kathleen Gough(1974).

# Sistema de Identificación de Activo Fijo Agrícola

Marduk A. Gutiérrez, Juan J. Cuevas, Jesús A. Verduzco

Instituto Tecnológico de Colima, Avenida Tecnológico No. 1, CP 28976, Teléfono (312) 31-2-99-20 Ext. 224

Marduk8cuevas@hotmail.com, cuevas2830@hotmail.com, averduzco@itcolima.edu.mx

**Resumen**—proponer sistemas que permitan proteger los bienes agrícolas contra robos es una demanda sentida por los agricultores del estado de Colima. En esta investigación se pretende mostrar los resultados del estudio de las funcionalidades que ofrecen las nuevas tecnologías informáticas y electrónicas, tales como RFID, GPS y los Sistemas de Información Geográfica que desemboque en la implementación de un prototipo que permita identificar un bien agrícola e establecer el rastreo de sus movimientos ubicados en el estado de Colima.

**Temas claves**— factibilidad técnica, instalación, características del RFID, ventajas y desventajas.

## INTRODUCCIÓN

Implementar un prototipo de un SIG básico que permita identificar y rastrear los movimientos de los activos fijos en el estado de Colima. Mejorar la seguridad de los bienes fijos de los agricultores ya que es un problema al cual se están enfrentando constantemente, viéndose en la necesidad de pedir préstamos para poder invertir en su nueva cosecha. Las normas básicas del sistema son altamente significativas para la localización de algún bien fijo en tiempo real, teniendo en cuenta la tecnología que se implementará, buscando un costo reducido. Del mismo modo también se mejorará la seguridad sustancialmente ya que solo se dará acceso a personas previamente identificadas mediante sus tarjetas RFID siendo estas leídas por un lector instalado en algún punto específico.

### Parte técnica del artículo

En base a la investigación realizada y a los requerimientos de dicho proyecto se optó por la tecnología RFID debido a que es la de menor coste, de la misma manera nos proporciona las herramientas necesarias para concluir dicho proyecto satisfactoriamente.

### Seguridad

Esta herramienta es segura ya que se controlaran las maquinas a utilizar desde un sistema el cual no permita dar acceso a algún usuario desconocido esto mediante tarjetas RFID activas las cuales emitirán señales que podrán ser reconocidas por un lector RFID el cual verificara si la información es correcta de esta misma manera no entrara ningún vehículo o saldrá sin ser previamente registrado.

### Diseño

Se contará con dos barras en las salidas o entradas tales

barras contarán con lectores RFID para la verificación deseada tal como se muestra en la Fig.1.

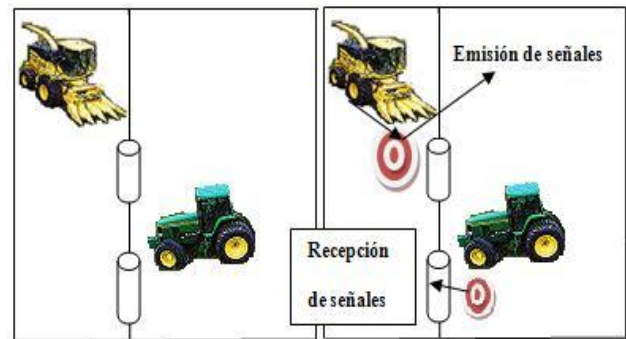


Fig.1. Emisión y recepción de señales RFID

### Instalación

Para realizar una buena instalación es necesario tomar en cuenta que se llevará a cabo en un lugar del activo fijo que no esté muy expuesto para evitar posibles desprendimientos por el uso rudo. Teniendo como objetivo principal la seguridad, por ello es esencial el realizar una buena implantación esto podría ser dentro de la cabina ya que también se necesita tener acceso a las señales emitidas. Las barras deben de instalarse de forma visible para que las antenas tengan acceso y puedan recibir los datos emitidos por los vehículos

Para poder realizar dicho proyecto se debe contar con las herramientas que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Herramientas RFID

No. de Piezas	Nombre
2	Antenas receptoras
10	Tags pasivos (credenciales)
10	Tags activos (vehículo)

### Características del RFID

Las características fundamentales de esta tecnología son:

Fuente de alimentación propia mediante baterías de larga duración, distancias de lectura escritura mayor de 10m a 100m generalmente, diversas tecnologías y frecuencias, hasta 868 MHz (UHF), 2,4 GHz muy utilizada (banda ISM, Industrial Scientific and Medical), la misma que para dispositivos wireless LAN 802.11b, memoria generalmente entre 4 y 32 kbytes, batería de larga duración (generalmente



baterías de litio / dióxido de manganeso) Precio del tag: 380 a 1,020 pesos.

### Equipo para instalación y características

Para poder elaborar dicho proyecto son necesarias algunas herramientas como lo son:

Lectores RFID, estos sirven para leer los datos de los vehículos a acceder o usuario. Del mismo modo se necesitan antenas RFID, las cuales se distribuirán de manera que puedan interactuar con la lectora y se estén comunicando para enviar un informe de que están haciendo dichos vehículos si están en movimiento, así como la ubicación exacta para tener un reporte completo de dicho vehículo. También se cuenta con una tarjeta RFID activa dicha tarjeta se encarga de emitir información a las antenas previamente distribuidas mandándoles un reporte completo de su ubicación y actividad es necesario dejar claro que esta tarjeta es de uso rudo pero aun así tiene que ser ocultada ya que puede ser golpeada por las necesidades y actividades de dicho vehículo. Por último las tarjetas RFID pasivas estas solo se les darán a los usuarios o conductores que estén previamente aceptados para que a ningún otro usuario sin ser identificado pueda ser admitido. Se muestra claramente dicho equipo en la Fig. 2.

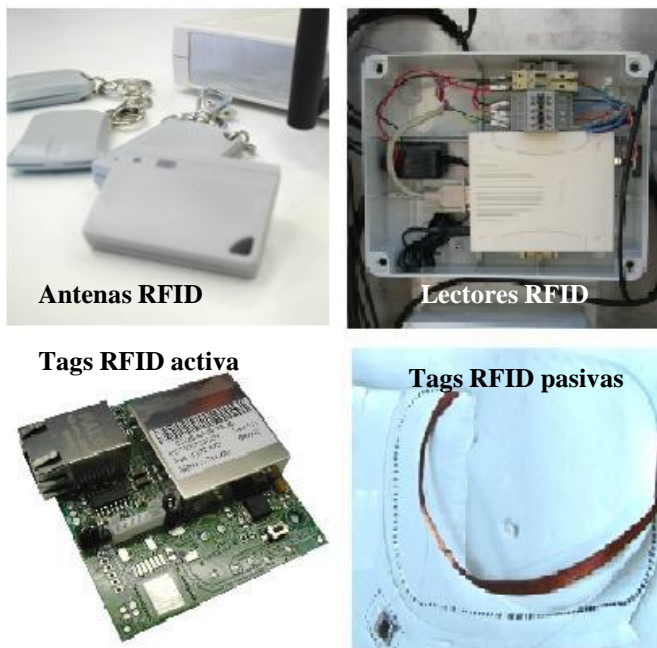


Fig. 2. Equipo para instalación

### Configuración

Para su excelente configuración solo es necesario marcar una tarjeta programadora, desconectar el modulo de alimentación, girar el potenciómetro a la izquierda, conectamos al modulo de alimentación, desconectar la alimentación y esperar a que se apague el piloto rojo, girar el potenciómetro a la derecha, conectar el modulo a alimentación parpadeo muy rápido, desconectar el modulo de alimentación, acercar y mantener la tarjeta programadora al lector, conectar el modulo de alimentación, desconectar el modulo de alimentación y esperar

que se apague el piloto rojo, conectar el modulo de alimentación se producen tres parpadeos, desconectar el modulo de alimentación y esperar a que se apague el piloto, conectar el modulo de alimentación se producen tres parpadeos lentos y por ultimo retirar tarjeta dada de alta como programada.

### Ventajas de la tecnología RFID

Las ventajas de esta tecnología son bastantes algunas de ellas son las siguientes:

- Lecturas más rápidas y más precisas.
- Disminución de la pérdida o robo de activo.
- A diferencia del código de barras no se rompe.
- Capacidad de informar si el activo fijo se está moviendo.
- Identifica usuarios de una manera rápida y precisa.
- Ayuda a conocer exactamente qué elementos han sido sustraídos y, si es necesario, dónde localizarlos.

### Desventajas de la tecnología RFID

Como toda esta tecnología también tiene algunas desventajas entre ellas están:

- Elevada inversión.
- Elevado costo de mantenimiento
- Sistemas demasiado cerrados.
- Puede haber pérdida de información ya que con cualquier lector RFID se puede acceder a esta sin necesidad de identificarse.
- Falta de homogeneización.

### Fallas probables

Los fallos principales de esta tecnología son la duración de la batería ya que tiene periodo de vida y estas tags todo el tiempo emiten señales, el rango de lectura es limitado, la configuración es algo tediosa.

Es necesario incluir cierta información para explicar a detalle la instalación de esta tecnología según el libro RFID Essentials en el capítulo 11 se deben incluir estas herramientas mostradas en la Fig.3., en esta imagen nos muestra claramente el funcionamiento de dicha tecnología. Es necesario tomar en cuenta que el verdadero beneficio de los sistemas RFID no viene de la lectura de las etiquetas, sino de conseguir la información de las lecturas en el lugar correcto en una forma utilizable

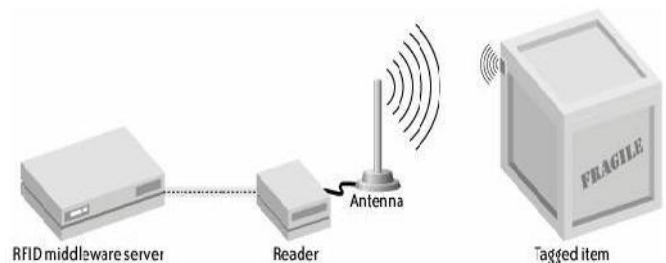


Fig. 3. Herramientas para leer RFID

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al instituto Tecnológico de Colima por haber apoyado en el préstamo de las instalaciones y equipo para poder realizar dicha investigación.

REFERENCIAS

[1] By Himanshu Bhatt, Bill Glover, RFID Essentials, vol. I. O'Reilly Media, Enero 2006, capítulo 11. . Disponible en:  
<http://www.casadellibro.com/libro-rfid-essentials/2900001321330>

- [2] Harvey Lehpamer, RFID Essentials, vol. 3. Artech House Publishers, 2006, p. . Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-rfid-essentials/2900001321330>
- [3] Klaus Finkenzeller, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, vol. I. John Wiley & Sons, 2003, p. . Disponible en:

# Desarrollo de un Algoritmo con OpenCV para la Identificación y Clasificación de Objetos, en Base a su Color, en Video de Tiempo Real

(I) Ojeda G. Juan A, (II) M.C. Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias y (III) M. C. Ricardo Fuentes Covarrubias.

(II) Universidad de Guadalajara, Av. Juárez No.975 Col. Centro. Guadalajara, Jalisco. C.P. 44100, (II) (III) Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de Colima.

(I)teatrogdl@gmail.com - (II)fuentesg@ucol.mx – (III) fuentesr@ucol.mx.

**Resumen—** El algoritmo que se ha implementado tiene como objetivo identificar objetos de diferentes colores para su correspondiente clasificación. Ha sido producido para el desarrollo y funcionamiento de un proceso de clasificación de objetos caracterizados por su color y encargada de la interacción con un brazo robótico Mitsubishi RV-M1 y una estación de trabajo controlada por un PLC.

La aplicación fue programada en la plataforma de Visual Studio C++ 2005 utilizando las librerías para el manejo y procesamiento de las imágenes de openCV[2].

El sistema mecánico encargado de depositar los objetos en el área de reconocimiento es un dispositivo PLC Festo FC660 el cuál fue programado en el lenguaje STL (IL, por su correspondencia con siemens)[5].

**Temas claves—** : Identificación por color, cadena cinemática, Visual Studio C++ 2005, openCV, PLC.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de aplicaciones para la visión artificial ha tenido un avance significativo a la par con el incremento de la capacidad y la velocidad de los equipos de cómputo, debido a la gran cantidad de información en la que se opera para procesar las imágenes, dicho sea de paso que las imágenes cada vez son más pesadas en términos computacionales (10, 20 hasta 35 millones de píxeles) y por ello se requiere optimizar el tiempo de procesamiento ya sea mejorando el algoritmo o el diseño del sistema.

Una imagen digital se puede dividir en planos, dependiendo del tipo de imagen que sea. Estos planos están compuestos de las unidades llamadas píxeles. El tamaño de la imagen es la cantidad de píxeles que la componen en cada plano. Una imagen de 900×300 tiene 900 píxeles de largo y 300 de alto.

Las imágenes digitales se manejan como matrices en la que cada píxel es procesado como elemento de la matriz, el valor del elemento determina la intensidad del color del plano que se esté manejando.

Hay gran variedad de modelos de color, por ejemplo, el modelo que se usa en la mayoría de los monitores de las computadoras es el RGB (Red-Green-Blue) tomó este nombre debido a que los colores primarios, y de los que se derivan los demás, del modelo son el rojo, verde y azul. Las imágenes RGB se compone de 3 planos a diferencia de las imágenes a escala de grises, las cuales solo tienen un plano. Este modelo también es de los más utilizados y cada píxel puede tomar 256 valores diferentes, donde, el valor 0 es negro (ausencia de color) y el 255 blanco (combinación de todos los colores).

El procesamiento digital de imágenes ha evolucionado el área de la selección y clasificación de objetos de ciertas características en la industria, estas llegan a ser el color, la forma y la textura. Para clasificar los objetos utilizamos técnicas de visión artificial que se dividen en procesamiento y análisis de imágenes. En el procesamiento utilizamos métodos que ayudan a mejorar la calidad de la imagen, eliminar información innecesaria para que la computadora identifique características básicas como, forma, color, textura. Por ejemplo si lo que nos interesa es obtener el contorno de un objeto entonces no necesitamos el color del objeto, podemos modificar la imagen de RGB a escala de grises y en vez de procesar tres planos solo procesamos uno, dando el mismo resultado de contorno. De esta forma el algoritmo es más rápido ya que la cantidad de información a procesarse reduce a un tercio de la original. El análisis es tomar decisiones en base a la imagen procesada y la información obtenida de ella.

En la industria, día a día, la visión artificial se involucra con mayor importancia en el área de manufactura para optimizar los procesos de control de calidad, debido a la rapidez y efectividad del procesamiento de imágenes en tiempo real. Para comprender como se realizan algunos procesos de selección se desarrollará un algoritmo de reconocimiento de objetos con distintas características de color. El sistema a

desarrollar incluye un mecanismo de selección de objetos a partir de estrategias computacionales de visión artificial. Por medio de un puerto serial, se activa en la caja de simulación, de un brazo de robot Mitsubishi modelo RV-M1[6], la rutina correspondiente al color del objeto para su clasificación.

#### PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El código de la aplicación encargada de procesar el video se trabajó en la plataforma de Visual Studio C++ utilizando las librerías de openCV las cuales sirven para el filtrado, la detección de formas y demás operaciones sobre las imágenes. Para este trabajo se utilizaron pelotas de ping pong de tres diferentes colores, rojo, verde y azul.

#### Desarrollo

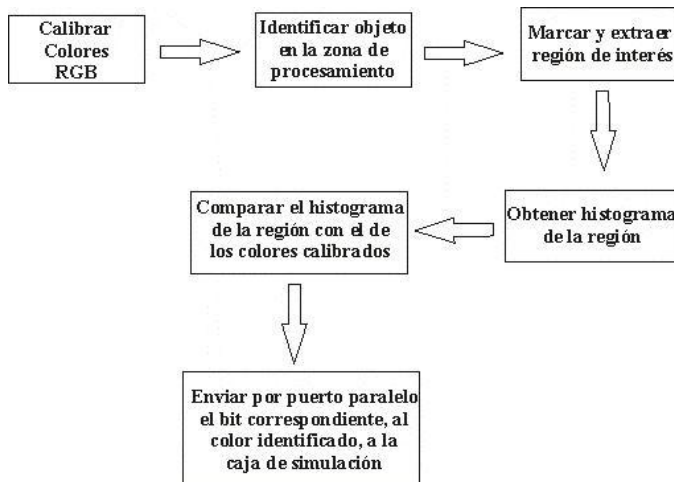


Fig. 1. Diagrama de procesos para identificar objetos en base a su color

El primer paso es calibrar la cámara, para tener un rango de lo que podemos llamar rojo, verde y azul. Introducimos en el área de procesamiento una pelota de diferente color, extraemos la región de interés, calculamos y guardamos su histograma en el plano R (rojo) ya que este es el que presentó menor variación que los planos G y B.

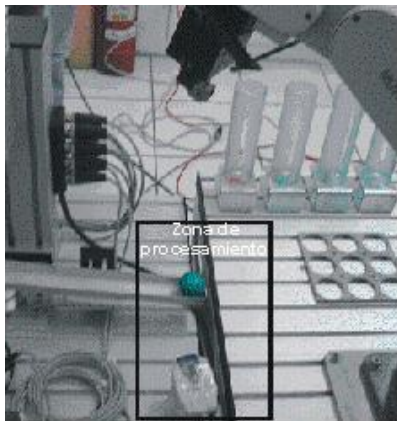


Fig. 2. Zona de procesamiento de imágenes. Cuando la pelota llega a este nivel es cuando se identifica el color.

El segundo paso fue detectar la presencia de un objeto en el área de procesamiento digital. Para lograr ese objetivo se obtiene un frame del video que se está capturando, por medio de la cámara conectada a la computadora, y se compara con el siguiente frame capturado, la comparación debe ser con imágenes binarizadas que tengan valor de 0 ó 1. El primer frame capturado se le resta el segundo y se obtiene la imagen resultante. Cuando no ha habido ningún cambio en el video, la imagen que obtuvimos de la resta es prácticamente negra con algunos píxeles blancos, estos píxeles son consecuencia del ruido y la variabilidad de la luz. Cuando introducimos un objeto nuevo en el área de la cámara los valores de la imagen son muy diferentes a los píxeles de la imagen anterior, esta diferencia es la que se evalúa y, si supera el rango de ruido, se deduce que el objeto ha llegado al lugar de procesamiento.

Una vez que el objeto se encuentra en la zona donde se pueden procesar sus características se toma una muestra que contenga la información que nos interesa definir. En el caso de este artículo, tomamos la región correspondiente a una parte de una pelota de ping pong de la que podamos identificar el color del objeto, la demás información que hay en la imagen original no es relevante en este caso. Obtener el histograma es lo siguiente, ya que el histograma nos muestra la frecuencia con la que aparece cada tonalidad de rojo, azul o verde en la imagen muestra.

La imagen muestra de dos pelotas, del mismo color, tiene muy pocas variantes como el brillo y la uniformidad de la pintura, por lo tanto también el histograma tiene un cambio despreciable. Esta es la técnica con la que se identificó el color del objeto. El histograma del objeto que acaba de entrar a la zona se comparó con tres histogramas de cada plano RGB, previamente guardado, que utilizamos de calibrador, los tres histogramas pertenecen a una muestra de una pelota azul, roja y verde. Se evalúa la diferencia entre histogramas y con el que tenga menor diferencia es el color correspondiente de la pelota.

Por último se activa el bit correspondiente al color en la caja de simulación del brazo robótico para que este pueda clasificar la pelota en su respectivo contenedor. Se configuró la interfaz para poder enviar, por medio del puerto paralelo, el bit de la rutina.

- Bit 1 Rojas
- Bit 2 Verdes
- Bit 4 Azules
- Bit 8 Desconocidas

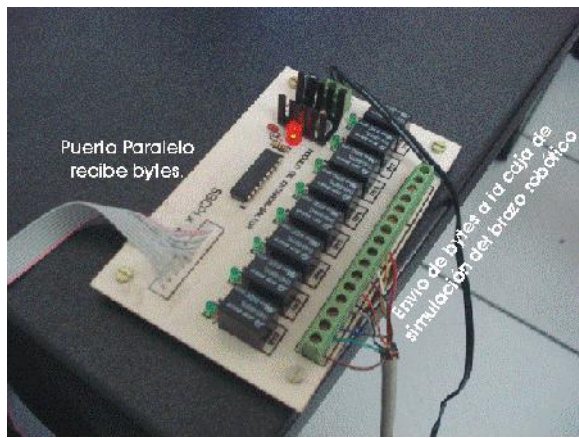


Fig. 3. Imagen del dispositivo de reelevadores que comunica el software con la caja de simulación del brazo robótico.

**Resultados**

La cámara web utilizada (Cámara Samsung USB) no presenta ningún error en el desarrollo del proyecto, captó apropiadamente las imágenes para determinar el color. El sistema al recibir la información desde el dispositivo de video fue capaz de reconocer los colores básicos que presentaban los objetos.

**Calibración:**

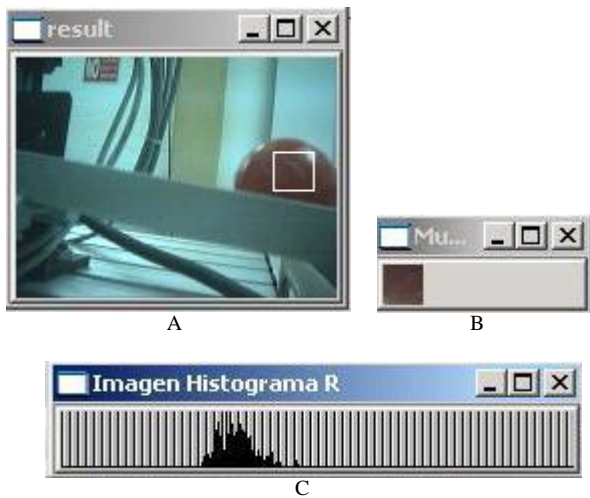


Fig. 4. A) Pelota roja en la zona de procesamiento con la región de interés marcada. B) Imagen Muestra de la región de interés. C) Histograma del plano R de la imagen Muestra.

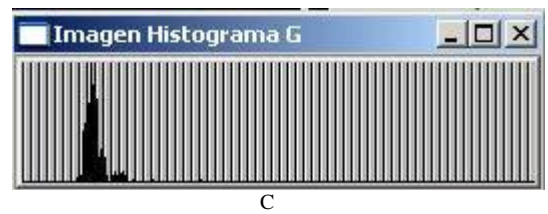


Fig. 5. A) Pelota verde en la zona de procesamiento con la región de interés marcada. B) Imagen Muestra de la región de interés. C) Histograma del plano R de la imagen Muestra.

**Detectar presencia:**

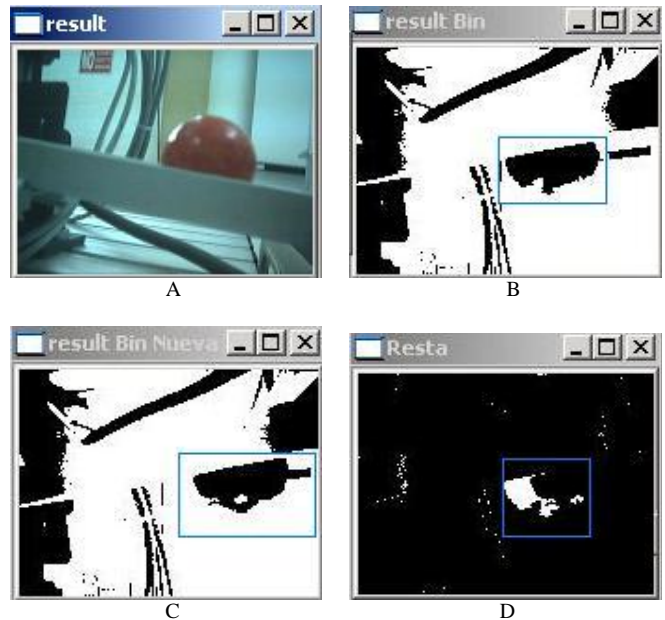


Figura 6.- A) Pelota roja entrando en la zona de procesamiento. B) Imagen binarizada 1 (IM1) C) Imagen binarizada 2 (IM2, tomada medio segundo después que la IM1) D) Imagen Resta donde se marca la diferencia entre la IM1 e IM2 obtenida por sustracción de imágenes.

**Identificación de color:**

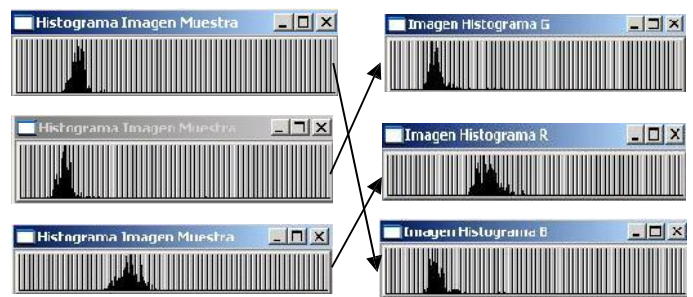
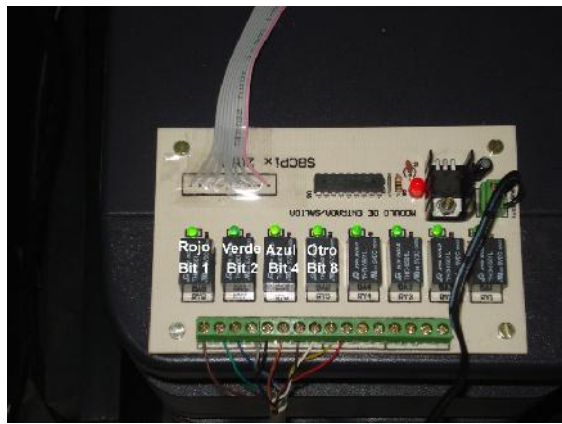


Fig. 7. La columna de la izquierda muestra los histogramas de la región de interés de 3 pelotas cuando fueron detectadas, las de la derecha son los histogramas de calibración con los que se compararon. Las flechas indican el resultado de correspondencia que la computadora produjo.



A



B

Fig. 8. A) Dispositivo de envío de bits por puerto paralelo, así como los relevadores correspondientes a cada color. B) Caja de simulación a la que llegan los bits y con ellos, asignar la rutina al brazo RV-M1.



Fig. 9. Tres imágenes (IM1, IM2 e IM3) del proceso de clasificación de pelotas por color, enlazando la rutina desarrollada con el brazo de robot RVM1.

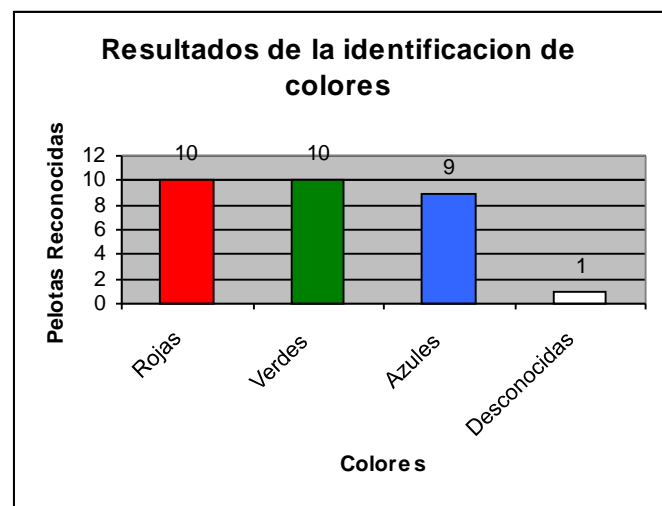


Figura 10.- Grafica con los resultados que arrojó el programa después de tomar 30 pelotas, 10 de cada color.

### Conclusión

El desarrollo de este algoritmo puede ser utilizado en procesos de control de calidad ya que interactúa con sistemas básicos de la industria como brazos robóticos y cadenas cinemáticas con PLC. Las técnicas de visión computacional aprendidas incorporan mejoras en el sistema pudiendo agregar características a identificar, como forma y textura de los objetos. Los resultados son prometedores con un porcentaje de error despreciable, identificando en un 98% el color correcto de cada objeto. Controlando el entorno de trabajo, la iluminación y la uniformidad del color el resultado puede ser correcto en el 100% de los casos.

### AGRADECIMIENTOS

Le doy mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han hecho posible que este proyecto se realizara. En especial a mi institución, la Universidad de Guadalajara, que me brindo apoyo económico para viajar a Colima e integrarme al grupo de trabajo. También a la Universidad de Colima que me recibió en sus instalaciones y me permitió trabajar con su equipo. A mis asesores, M.C.

Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias y M.C. Ricardo Fuentes Covarrubias que nos brindaron las herramientas y el conocimiento básico para realizar la meta en tiempo y forma. Por último a mis compañeros y equipo de trabajo que apoyaron y trabajaron en el proyecto para concluirlo satisfactoriamente.

- [3] García G.; Tema 2. Procesamiento global de imágenes, Dept. de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia; Julio 2010. ; [en línea]. Disponible en: <http://dis.um.es/profesores/ginesgm>
- [4] Dra. Torres L. A., Visión por Computadora, Robótica y Manufactura Avanzada CINVESTAV – Saltillo, Enero 2010.
- [5] Festo Inc., *Statement List Program Estructure*, Festo Didactic, USA; 2002.

#### REFERENCIAS

- [1] M.C. Fuentes A., M.C. Fuentes R., “Manejo del puerto paralelo en Visual C++ .Net 2005,” Apuntes de clase; Universidad de Colima, 2010.
- [2] Bradski G., Kaehler A., *Learning OpenCV*; O’Reilly Media, Inc., USA, Septiembre 2008
- [3] García G.; Tema 2. Procesamiento global de imágenes, Dept. de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia; Julio 2010. ; [en línea]. Disponible en: <http://dis.um.es/profesores/ginesgm>
- [4] Dra. Torres L. A., Visión por Computadora, Robótica y Manufactura Avanzada CINVESTAV – Saltillo, Enero 2010.
- [5] Festo Inc., *Statement List Program Estructure*, Festo Didactic, USA; 2002.
- [6] Mitsubishi Electric Corp., *Industrial Micro-Robot System Model RV-M1, Instruction Manual*, Mitsubishi Electric Corporation, Japan, 2001.

# Recolección de Indicadores de la SEDER Mediante Dispositivos Móviles

María del Rosario Cobián Sánchez<sup>1</sup>, Carmen Lilia Corona Sánchez<sup>1</sup>, Crystal Robles Martínez<sup>1</sup>,  
Aldo López Gómez<sup>1</sup>, Magdalena Torres Pacheco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Colima, Avenida Tecnológico No. 1, C.P. 28976, Villa de Álvarez, Col., México  
e-mail: rosario@marycobian.com, corza\_86\_1@hotmail.com, davcry\_08@hotmail.com, aldo.lpz.gmz@gmail.com,  
matopak@hotmail.com

*Resumen* — En la actualidad existen muchas y diferentes aplicaciones en la web de diversas empresas ya sea de prueba, pago o de libre implementación para los dispositivos móviles, ya sean teléfono celular, Smartphone y sobre todo en este caso para PDA. Los cuales cada uno de ellos debe de adaptarse a las capacidades del móvil, así como limitante el tamaño de la pantalla.

El inconveniente más frecuente que se presenta al momento de la recolección de datos, es que, no se pueda representar fielmente la información necesaria que se pretende recabar, teniendo otro obstáculo al momento del ingreso de los datos, la interpretación de la información recabada al momento de ser registrada en el sistema de almacenamiento. Es por esto que nuestra solución informática cubrirá y facilitará estas dificultades y así automatizando el proceso de la captura de los datos.

*Temas claves* — PDA, automatización, recolección de indicadores geográficos, aplicaciones para móviles.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las encuestas personales con dispositivos portátiles suponen un avance respecto a los métodos tradicionales de investigación de mercados ya que mejoran los tiempos de recolección de información y reducen los costes de éstos.

Basta con que el dispositivo portátil tenga conexión a internet. Las encuestas se realizan en persona y los datos se codifican y envían automáticamente por internet, posibilitando el análisis “al segundo” [1].

Esurvey es una solución profesional de diseño y captura de encuestas desarrollado para terminales portátiles (PDAs) sobre plataformas Palm OS, PocketPC y Windows CE. Esta flexible herramienta le permitirá crear encuestas de cualquier tipo en pocos minutos y comenzar la tarea de recolección de información en la calle de manera inmediata, sin necesidad de tener conocimientos de programación. Esurvey es fácilmente adaptable para encuestas de mercadeo, sondeo de opinión, predictivas, evaluativas, etc. y es aplicable en todos los

ámbitos de trabajo de cualquier institución, consultoras, empresas de venta y distribución, compañías constructoras, fábricas, gobierno y educación [2]. Como esta solución existen variantes en el mercado que se pueden adaptar al trabajo que se desarrolla, necesitando de una persona especializada en el ramo de la informática para poder implementarla.

Los beneficios más claros que se pueden apreciar al momento de la adquisición de este sistema son:

- Eliminación de papel y disminución del costo de administración y operación.
- Disminución de errores en el desarrollo de la encuesta y la transcripción.
- Seguimiento de las tendencias del mercado.
- Mayor agilidad en el proceso de toma de decisiones.
- Agilidad en la consolidación de la información recabada en campo.
- Incremento en la calidad de las visitas de los promotores de ventas.
- Información de las acciones realizadas en los puntos de venta
- Mejor administración de sus relaciones con los clientes, a partir del conocimiento de su perfil.
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Soporte técnico.
- Integración de sistemas existentes.
- Entrenamiento y capacitación.
- Soporte a usuarios en campo [3].

En este documento se presenta la primera parte de la investigación realizada, para el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles la cual servirá como herramienta de trabajo en la tarea de recolección de indicadores, obteniendo un sistema mas eficiente y consistente para el desarrollo de esta actividad.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1 PDA

Un PDA (Personal Digital Assistant o Ayudante personal digital) es un dispositivo de pequeño tamaño que combina un ordenador, teléfono/fax, Internet y conexiones de red.



A los PDAs también se les llama palmtops, hand held computers (ordenadores de mano) y pocket computers (ordenadores de bolsillo).

Un PDA típico puede funcionar como teléfono móvil, fax, explorador de internet, organizador personal, GPS, etc.

La mayoría de PDAs empezaron a usarse con una especie de bolígrafo en lugar de teclado, por lo que incorporaban reconocimiento de escritura a mano. Hoy en día los PDAs pueden tener teclado y/o reconocimiento de escritura. Algunos PDAs pueden incluso reaccionar a la voz, mediante tecnologías de reconocimiento de voz [4].

## 2.2 INDICADORES

Es un signo utilizado para productos que tienen un origen geográfico concreto y poseen cualidades o una reputación derivadas específicamente de su lugar de origen. Por lo general, una indicación geográfica consiste en el nombre del lugar de origen de los productos. Un ejemplo típico son los productos agrícolas que poseen cualidades derivadas de su lugar de producción, y están sometidos a factores locales específicos como el clima y el terreno. El hecho de que un signo desempeñe la función de indicación geográfica depende de la legislación nacional y de la percepción que tengan de ese signo los consumidores [5].

## 2.3 APLICACIONES PARA MOVILES

Paquetes pequeños de código diseñado y desarrollado para su uso en un dispositivo portátil que se conoce como aplicaciones para dispositivos móviles. Su objetivo es mejorar las características de un dispositivo portátil, proporcionando funcionalidades y utilidades adicionales que aumentan el dispositivo utilitario y de entretenimiento. Formas de aplicaciones para dispositivos móviles varían, pero los ejemplos comunes incluyen juegos, interfaces y accesorios para móviles diseñados para su uso en teléfonos celulares, blackberry's, y PDA's. Este segmento de la tecnología móvil se ha disparado con el uso generalizado de teléfonos celulares, dispositivos de música portátiles y otros equipos móviles con capacidad Web [6].

## 3. TRABAJO DE DESARROLLO

Para obtener el producto de software a desarrollar y así poder automatizar la recolección y procesamiento de datos del padrón agropecuario. Nuestra propuesta se basa en una arquitectura que implementa servicios y tecnologías que se describirán posteriormente.

Esta arquitectura de nuestra solución informática se muestra en la figura 1. Esta integrada por 2 módulos. El *modulo para móvil* (Windows Mobile) y el *modulo de presentación*. El *modulo para móvil*



Figura 1. Esquema de sistema informático de registro de indicadores.

a implementar es un sistema informático en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que automatice la aplicación y procesamiento de indicadores del padrón agropecuario del estado de Colima con el uso de dispositivos móviles en la captura de información.

### 3.1 Programa móvil

Este modulo integra la entrada de los datos referentes a la información que se desee recabar de la parcela o el punto de interés, realizando una georeferenciación por medio de la ubicación de los puntos registrados de un GPS manteniendo una conexión inalámbrica con el PDA.

### 3.2 conexión bluetooth

Este será el medio de comunicación estable entre los dispositivos móviles, el cual se podrán enviar y recibir datos y así generar información relevante de ese indicador.

### 3.3 Programa presentación

El modulo de presentación es donde se despliega la información recabada de los diferentes indicadores, recibiendo los datos almacenados de la PDA y así poder observar mas íntegramente la información necesitada. Este modulo se plantea con una flexibilidad al momento de poder eliminar, agregar o modificar cualquier dato que se hayan registrado o campo requerido en el formato de la encuesta, tomando en cuenta la demandante y rigurosa labor y necesidad de estos indicadores.

#### 4. REFERENCIAS

- [1] <http://www.encuestas-web.com/descripcion-servicio/que-servicio-da/>
- [2] [http://www.add-global.com/pub\\_3700.asp](http://www.add-global.com/pub_3700.asp)
- [3] [http://www.scanda.com.mx/inster/bmobile/folletos/aplicacionesMoviles/Diseno%20y%20captura%20de%20encuestas%20\(esurvey\)\\_bmobile.pdf](http://www.scanda.com.mx/inster/bmobile/folletos/aplicacionesMoviles/Diseno%20y%20captura%20de%20encuestas%20(esurvey)_bmobile.pdf)
- [4] <http://www.masadelante.com/faqs/que-es-un-pda>
- [5] <http://www.fym.com.ar/indgeo.html>
- [6] <http://www.zeroonezero.com/glossary/mobile-phone-applications.html>

# Identificación y Clasificación de Colores en Pelotas de Pingpong, por Medio de un Brazo Robótico Mitsubishi RV-M1

(I) Quintanilla C. Orencio, (II) Villela E. Elvia A., (III) Romero C. Isaías, (IV) Ojeda G. Juan A. Asesores (V) M.C. Ricardo Fuentes Covarrubias y (VI) M. C. Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias.

(I) (II) Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), Av. Guerrero No. 923 Final, Col. San Martin, Magdalena de Kino, Sonora CP 84160.

(III) Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Universidad y Leonismo Internacional S/N Ciudad Universitaria C.P. 82017 Mazatlán, Sinaloa, México.

(IV) Universidad de Guadalajara, Av. Juárez No.975 Col. Centro. Guadalajara, Jalisco. C.P. 44100, (V) (VI) Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de Colima.

(I)ozzy20008@hotmail.com – (II) alexville\_@hotmail.com – (III) isaias.rc@hotmail.com – (IV)teatrogdl@gmail.com - (V)fuentesr@ucol.mx – (VI) fuentesg@ucol.mx.

**Resumen-** El presente proyecto aborda temas relacionados con Visión Artificial (VA), una Estación de Estampación (PLC) y el control de un Brazo Robótico MITSUBISHI RV-M1. El objetivo general es identificar pelotas de PINGPONG de distintos colores, las cuales son llevadas a recipientes designados para cada color, implementando el software correspondiente (COSIPROG), en donde se crearon las rutinas pertinentes, lo antes plasmado es hoy en día de gran ayuda para labores de precisión al momento de realizar movimientos quirúrgicos, milimétricos, etc. Problemas a los que se enfrenta el ser humano día a día al desarrollar algún trabajo manual.

**Temas claves-** COSIPROG, quirúrgicas, estampación, software, rutinas.

## ABSTRACT

This project is based on Computer Vision (CV), a Stamping Station (PLC) and a Robotic Arm MITSUBISHI RV-M1, specifically in the area of robotics. The main object is to identify balls of PING-PONG in different colors, such balls are taken to a special recipients designed for each color, implementing the ideal software (COSIPROG), where we created the adequated "routines", everything said in here is now a day of great help for the poor precision that human beings have at the time of surgical movements, millimeter movement, etc., issues that the human being confronts day by day at the moment of developing some kind of manual work.

## INTRODUCCIÓN

Dando un vistazo al pasado podemos darnos cuenta que los robots han sido implementados para facilitar de alguna manera el trabajo manual del ser humano, es decir, fueron creados para dejar arduas o repetitivas tareas, en los cuales se lograron aplicar procedimientos como “poner en movimiento” y/o “variar cantidades”. Ahora con el pasar del tiempo los robots han ido evolucionando parcialmente, convirtiéndose en una herramienta cotidiana y útil, principalmente para empresas automotrices como son: FORD, CHEVROLET, TOYOTA, HONDA, DOGDE, etc. Los robots también son utilizados en la rama de la medicina a manera de experimentar, pues se está viendo la posibilidad de que esto se convierta en un hecho realmente favorable y sobre todo confiable para el paciente, se busca realizar intervenciones médicas (quirúrgicas), desde otro país, es decir, el médico a intervenir se encuentra en Europa y el paciente en México, entonces el médico por medio de un robot y la ayuda de visión artificial éste podrá realizar sin ningún problema dicha intervención, cuidando siempre tener la salud del paciente en perfecto estado.

Como nos hemos dado cuenta, tanto la robótica como visión artificial, van de la mano asegurando y facilitando de alguna manera el futuro del ser humano, lo que conlleva a exigir profesionistas capaces de llevar el control y programación de dichas herramientas para optimizar la eficacia y eficiencia en el trabajo e incluso se podría trabajar en ambientes

difíciles, ya que para esto se estudió la implementación de los robots.

En la actualidad existen muchos artículos sobre robótica, pero lo que aquí se pretende es entrar en detalle a lo que es la cinemática, donde tiene como principio generar movimientos a un robot, en este caso, un brazo robótico Mitsubishi RV-M1, con el cual hemos estado trabajando durante el verano.

Como objetivo principal se tiene que por medio del robot y de visión artificial, éste sea capaz de identificar el color de las pelotas de PINGPONG para así proseguir a la clasificación de las mismas en los respectivos contenedores.

Para poder cumplir con el objetivo, en primer lugar nos dimos a la tarea de familiarizarnos con el robot, desde conocer la estructura física, hasta la programación manual por medio del Teaching Box (control) [1], con el cual creamos las rutinas (movimientos), rutinas que le trazan al robot una trayectoria dentro del lugar de trabajo, donde el robot se desarrollará según sea el caso, al momento de recibir instrucciones, también está la programación lógica, es decir, donde se utilizó el software adecuado, que lleva por nombre COSIPROG de FESTO DIDACTIC, herramienta que viene con el MOVEMASTER RV-M1, a lo que también fue necesario tomar algunas pláticas referentes al tema, así como plantear y realizar una serie de ejercicios, utilizando dicho software para que a la hora de aplicarlo a lo que sería nuestro proyecto no nos resultara difícil ya que no contábamos con conocimientos de robótica.



Fig. 1. Ejercicios con el Teaching Box

Para que el proyecto se desarrollara de una manera más completa se añadieron estaciones de estampación teniendo como su herramienta principal un Controlador Lógico Programable (PLC) y una de visión artificial (VA). La participación referente a lo que es el PLC, es como su nombre lo indica, éste es programado para enviar las pelotas de colores de pingpong, el cual tiene un proceso propio y en cuanto a visión artificial es el de crear una aplicación capaz de reconocer el matiz de las pelotas de

pingpong, enviadas anteriormente por el PLC y que además esta enviara datos a una caja de simulación modulo de entrada/salida, el cual al recibir dicho dato enviará una instrucción al Brazo robótico para que éste proceda a la distribución adecuada de las pelotas de pingpong.

## PARTE TECNICA DEL ARTÍCULO

El proyecto inicia en la estación de PLC [2], estación donde las pelotas de pingpong son enviadas por medio de un disco rotatorio, es decir, las pelotas se encuentran en una canaleta, ahí se encuentran un par de pinzas que le dan paso a cada pelota de pingpong en un determinado tiempo, después la pelota cae a un canjilón, mismo que se encuentra en el disco rotatorio, cuando la pelota está dentro del canjilón, la pelota es captada por un laser, el cual reconoce el objeto, en este caso sería una pelota de pingpong, al ser detectada por el laser el disco rota al otro extremo llevando consigo la pelota de pingpong dentro del canjilón donde la presenta ante otro laser, el segundo laser indica si en el canjilón se encuentra una de las pelotas, si es así manda una instrucción al brazo llamado Pick&Place, donde este brazo por medio de succión toma la pelota [3] y la pone sobre la canaleta final [4].

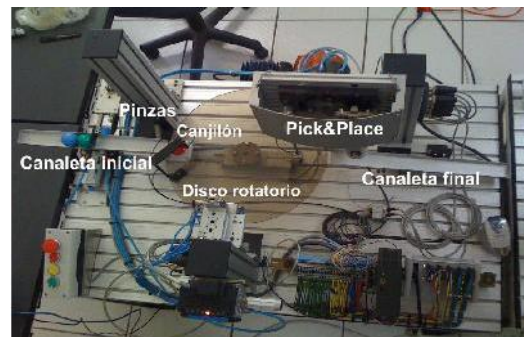


Fig. 2. Estación de estampación.

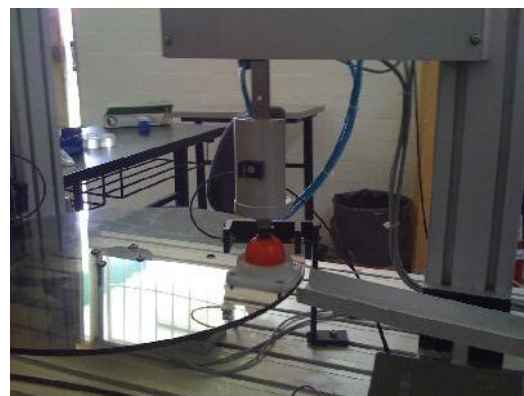


Fig. 3 Toma de pelota por medio de succión.

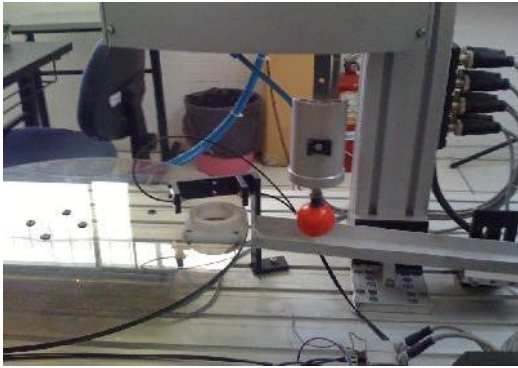


Fig. 4 Colocación de pelota en canaleta final.

Cuando la pelota de pingpong se encuentra sobre la canaleta final estaríamos diciendo que está entrando a lo que sería nuestra estación de visión artificial (VA), puesto que cuando la pelota de pingpong empieza girar sobre la canaleta llega a un cierto punto donde es captada por una webcam [5], al tener la webcam la imagen de dicha pelota, envía la información a la computadora donde se encuentra el sistema de análisis ahí las imágenes se someten a un proceso de comparación entre imágenes anteriores e imágenes recientes, al tener la información completa ésta es enviada a la caja de simulación modulo de entrada/salida [6], donde éste indica el matiz de la pelota según sea el bit que se encuentre encendido.

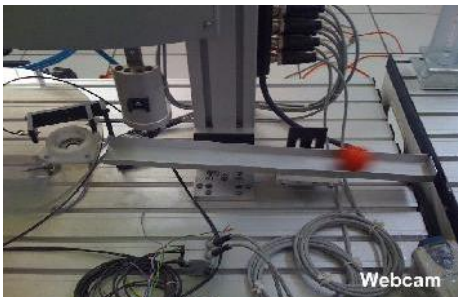


Fig.5 Captación de pelota de pingpong por medio de una webcam.



Fig.6 Caja de simulación modulo de entrada/salida.

Cuando la información se encuentra en la caja de simulación en ese momento se está enviando cierta instrucción al brazo y es ahí donde el brazo robótico Mitsubishi RV-M1 entra en acción.

Donde la pelota de pingpong se encuentra al tope de la canaleta final, para después ser tomada por el brazo robótico [7].



Fig. 7 Pelota en fin de canaleta y brazo en aproximación 1.

El brazo baja hacia la canaleta para tomar la pelota [8].



Fig. 8 Toma de pelota de pingpong.

Después el brazo sube sobre su propio eje "+Z" con la pelota en griper (pinzas), regresa y se coloca en aproximación 1[9], para después instalarse en aproximación 2[10].



Fig. 9 Brazo con pelota en Griper en aproximación 1.



Fig. 10 Brazo con pelota en Griper en aproximación 2.

De ahí parte el brazo a dejar la pelota de pingpong en el recipiente que la caja de simulación había indicado anteriormente, pues según el foco que se encuentre encendido será la rutina que el brazo ejecute [11], este proceso se estará llevando a cabo hasta que el sistema le indique que no hay más pelotas de pingpong en espera.

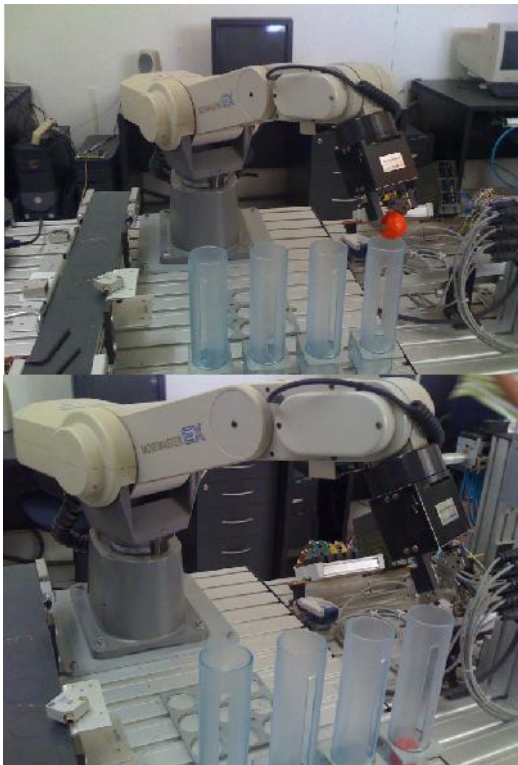


Fig.11 Brazo en aproximación 3 y clasificación de pelotas de pingpong.

#### APÉNDICE A: DATOS DEL MOTOR

En la programación del brazo robótico Mitsubishi RV-M1 fueron utilizadas dos herramientas, en primer lugar el Teaching Box [12] el cual nos sirvió para crear y guardar las rutinas pertinentes.



Fig.12 Teaching Box

Para este momento ya se tenían creadas y guardadas dichas rutinas, solo hacía falta vaciar la información a lo que es el software en uso COSIPROG de FESTO DIDACTIC, en lo que sería nuestra segunda herramienta [13].



Fig.13 COSIPROG desde el escritorio.

Al estar dentro del software, se creó el programa a utilizar durante todo el proyecto, dándole el nombre de PINGPONG con extensión .MRL, es donde se encuentra el código [14].

```

1 SP B,H
2 WD A0,C
3 LD
4 BU 1,9
5 BC 2,53
6 BC 2,118
7 EC 8,173
8 CT 1

          RUTINA 1 ROJO
9 SP B,H
10 PU A0,C
11 SP B,I
12 WD A1,O
13 SP B,H
14 WD A2,C
15 PU A1,C
16 WD A3,C
17 SP B,I
18 WD A4,C
19 WD A5,C
20 WD A6,C
21 WD A7,C
22 WD A8,C
23 WD A9,C
24 WD A0,C
25 WD A1,C
26 WD A2,C
27 WD A3,C
28 WD A4,C
29 WD A5,C
30 WD A6,C
31 WD A7,C
32 WD A8,C
33 WD A9,C
34 WD A0,C
35 WD A1,C
36 WD A2,C
37 WD A3,C
38 WD A4,C
39 WD A5,C
40 WD A6,C
41 WD A7,C
42 WD A8,C
43 WD A9,C
44 WD A0,C
45 WD A1,C
46 WD A2,C
47 WD A3,C
48 WD A4,C
49 WD A5,C
50 WD A6,C
51 WD A7,C
52 WD A8,C
53 WD A9,C
54 WD A0,C
55 WD A1,C
56 WD A2,C
57 WD A3,C
58 WD A4,C
59 WD A5,C
60 WD A6,C
61 CT 1

          RUTINA 2 VERDE
63 SP B,H
64 PU A0,C
65 SP B,I
66 WD A1,O
67 WD A2,C
68 SP B,H
69 WD A3,C
70 WD A4,C
71 WD A5,C
72 WD A6,C
73 WD A7,C
74 WD A8,C
75 WD A9,C
76 WD A0,C
77 WD A1,C
78 WD A2,C
79 WD A3,C
80 WD A4,C
81 WD A5,C
82 WD A6,C
83 WD A7,C
84 WD A8,C
85 WD A9,C
86 WD A0,C
87 WD A1,C
88 WD A2,C
89 WD A3,C
90 WD A4,C
91 WD A5,C
92 WD A6,C
93 WD A7,C
94 WD A8,C
95 WD A9,C
96 WD A0,C
97 WD A1,C
98 WD A2,C
99 WD A3,C
100 WD A4,C
101 WD A5,C
102 WD A6,C
103 WD A7,C
104 WD A8,C
105 WD A9,C
106 WD A0,C
107 WD A1,C
108 WD A2,C
109 WD A3,C
110 WD A4,C
111 WD A5,C
112 WD A6,C
113 WD A7,C
114 WD A8,C
115 WD A9,C
116 WD A0,C
117 WD A1,C
118 WD A2,C
119 WD A3,C
120 WD A4,C
121 WD A5,C
122 WD A6,C
123 WD A7,C
124 WD A8,C
125 WD A9,C
126 WD A0,C
127 WD A1,C
128 WD A2,C
129 WD A3,C
130 WD A4,C
131 WD A5,C
132 WD A6,C
133 WD A7,C
134 WD A8,C
135 WD A9,C
136 WD A0,C
137 WD A1,C
138 WD A2,C
139 WD A3,C
140 WD A4,C
141 WD A5,C
142 WD A6,C
143 WD A7,C
144 WD A8,C
145 WD A9,C
146 WD A0,C
147 WD A1,C
148 WD A2,C
149 WD A3,C
150 WD A4,C
151 WD A5,C
152 WD A6,C
153 WD A7,C
154 WD A8,C
155 WD A9,C
156 WD A0,C
157 WD A1,C
158 WD A2,C
159 WD A3,C
160 WD A4,C
161 WD A5,C
162 WD A6,C
163 WD A7,C
164 WD A8,C
165 WD A9,C
166 WD A0,C
167 WD A1,C
168 WD A2,C
169 WD A3,C
170 WD A4,C
171 WD A5,C
172 WD A6,C
173 SP B,H
174 WD A7,C
175 WD A8,C
176 WD A9,C
177 WD A0,C
178 WD A1,C
179 WD A2,C
180 WD A3,C
181 WD A4,C
182 WD A5,C
183 WD A6,C
184 WD A7,C
185 WD A8,C
186 WD A9,C
187 WD A0,C
188 WD A1,C
189 WD A2,C
190 WD A3,C
191 WD A4,C
192 WD A5,C
193 WD A6,C
194 WD A7,C
195 WD A8,C
196 WD A9,C
197 WD A0,C
198 WD A1,C
199 WD A2,C
200 WD A3,C
201 WD A4,C
202 WD A5,C
203 WD A6,C
204 WD A7,C
205 WD A8,C
206 WD A9,C
207 WD A0,C
208 WD A1,C
209 WD A2,C
210 WD A3,C
211 WD A4,C
212 WD A5,C
213 WD A6,C
214 WD A7,C
215 WD A8,C
216 WD A9,C
217 WD A0,C
218 WD A1,C
219 WD A2,C
220 WD A3,C
221 WD A4,C
222 WD A5,C
223 WD A6,C
224 WD A7,C
225 WD A8,C
226 WD A9,C
227 WD A0,C
228 WD A1,C
229 WD A2,C
230 WD A3,C
231 WD A4,C
232 WD A5,C
233 WD A6,C
234 WD A7,C
235 WD A8,C
236 WD A9,C
237 WD A0,C
238 WD A1,C
239 WD A2,C
240 WD A3,C
241 WD A4,C
242 WD A5,C
243 WD A6,C
244 WD A7,C
245 WD A8,C
246 WD A9,C
247 WD A0,C
248 WD A1,C
249 WD A2,C
250 WD A3,C
251 WD A4,C
252 WD A5,C
253 WD A6,C
254 WD A7,C
255 WD A8,C
256 WD A9,C
257 WD A0,C
258 WD A1,C
259 WD A2,C
260 WD A3,C
261 WD A4,C
262 WD A5,C
263 WD A6,C
264 WD A7,C
265 WD A8,C
266 WD A9,C
267 WD A0,C
268 WD A1,C
269 WD A2,C
270 WD A3,C
271 WD A4,C
272 WD A5,C
273 WD A6,C
274 WD A7,C
275 WD A8,C
276 WD A9,C
277 WD A0,C
278 WD A1,C
279 WD A2,C
280 WD A3,C
281 WD A4,C
282 WD A5,C
283 WD A6,C
284 WD A7,C
285 WD A8,C
286 WD A9,C
287 WD A0,C
288 WD A1,C
289 WD A2,C
290 WD A3,C
291 WD A4,C
292 WD A5,C
293 WD A6,C
294 WD A7,C
295 WD A8,C
296 WD A9,C
297 WD A0,C
298 WD A1,C
299 WD A2,C
300 WD A3,C
301 WD A4,C
302 WD A5,C
303 WD A6,C
304 WD A7,C
305 WD A8,C
306 WD A9,C
307 WD A0,C
308 WD A1,C
309 WD A2,C
310 WD A3,C
311 WD A4,C
312 WD A5,C
313 WD A6,C
314 WD A7,C
315 WD A8,C
316 WD A9,C
317 WD A0,C
318 WD A1,C
319 WD A2,C
320 WD A3,C
321 WD A4,C
322 WD A5,C
323 WD A6,C
324 WD A7,C
325 WD A8,C
326 WD A9,C
327 WD A0,C
328 WD A1,C
329 WD A2,C
330 WD A3,C
331 WD A4,C
332 WD A5,C
333 WD A6,C
334 WD A7,C
335 WD A8,C
336 WD A9,C
337 WD A0,C
338 WD A1,C
339 WD A2,C
340 WD A3,C
341 WD A4,C
342 WD A5,C
343 WD A6,C
344 WD A7,C
345 WD A8,C
346 WD A9,C
347 WD A0,C
348 WD A1,C
349 WD A2,C
350 WD A3,C
351 WD A4,C
352 WD A5,C
353 WD A6,C
354 WD A7,C
355 WD A8,C
356 WD A9,C
357 WD A0,C
358 WD A1,C
359 WD A2,C
360 WD A3,C
361 WD A4,C
362 WD A5,C
363 WD A6,C
364 WD A7,C
365 WD A8,C
366 WD A9,C
367 WD A0,C
368 WD A1,C
369 WD A2,C
370 WD A3,C
371 WD A4,C
372 WD A5,C
373 WD A6,C
374 WD A7,C
375 WD A8,C
376 WD A9,C
377 WD A0,C
378 WD A1,C
379 WD A2,C
380 WD A3,C
381 WD A4,C
382 WD A5,C
383 WD A6,C
384 WD A7,C
385 WD A8,C
386 WD A9,C
387 WD A0,C
388 WD A1,C
389 WD A2,C
390 WD A3,C
391 WD A4,C
392 WD A5,C
393 WD A6,C
394 WD A7,C
395 WD A8,C
396 WD A9,C
397 WD A0,C
398 WD A1,C
399 WD A2,C
400 WD A3,C
401 WD A4,C
402 WD A5,C
403 WD A6,C
404 WD A7,C
405 WD A8,C
406 WD A9,C
407 WD A0,C
408 WD A1,C
409 WD A2,C
410 WD A3,C
411 WD A4,C
412 WD A5,C
413 WD A6,C
414 WD A7,C
415 WD A8,C
416 WD A9,C
417 WD A0,C
418 WD A1,C
419 WD A2,C
420 WD A3,C
421 WD A4,C
422 WD A5,C
423 WD A6,C
424 WD A7,C
425 WD A8,C
426 WD A9,C
427 WD A0,C
428 WD A1,C
429 WD A2,C
430 WD A3,C
431 WD A4,C
432 WD A5,C
433 WD A6,C
434 WD A7,C
435 WD A8,C
436 WD A9,C
437 WD A0,C
438 WD A1,C
439 WD A2,C
440 WD A3,C
441 WD A4,C
442 WD A5,C
443 WD A6,C
444 WD A7,C
445 WD A8,C
446 WD A9,C
447 WD A0,C
448 WD A1,C
449 WD A2,C
450 WD A3,C
451 WD A4,C
452 WD A5,C
453 WD A6,C
454 WD A7,C
455 WD A8,C
456 WD A9,C
457 WD A0,C
458 WD A1,C
459 WD A2,C
460 WD A3,C
461 WD A4,C
462 WD A5,C
463 WD A6,C
464 WD A7,C
465 WD A8,C
466 WD A9,C
467 WD A0,C
468 WD A1,C
469 WD A2,C
470 WD A3,C
471 WD A4,C
472 WD A5,C
473 WD A6,C
474 WD A7,C
475 WD A8,C
476 WD A9,C
477 WD A0,C
478 WD A1,C
479 WD A2,C
480 WD A3,C
481 WD A4,C
482 WD A5,C
483 WD A6,C
484 WD A7,C
485 WD A8,C
486 WD A9,C
487 WD A0,C
488 WD A1,C
489 WD A2,C
490 WD A3,C
491 WD A4,C
492 WD A5,C
493 WD A6,C
494 WD A7,C
495 WD A8,C
496 WD A9,C
497 WD A0,C
498 WD A1,C
499 WD A2,C
500 WD A3,C
501 WD A4,C
502 WD A5,C
503 WD A6,C
504 WD A7,C
505 WD A8,C
506 WD A9,C
507 WD A0,C
508 WD A1,C
509 WD A2,C
510 WD A3,C
511 WD A4,C
512 WD A5,C
513 WD A6,C
514 WD A7,C
515 WD A8,C
516 WD A9,C
517 WD A0,C
518 WD A1,C
519 WD A2,C
520 WD A3,C
521 WD A4,C
522 WD A5,C
523 WD A6,C
524 WD A7,C
525 WD A8,C
526 WD A9,C
527 WD A0,C
528 WD A1,C
529 WD A2,C
530 WD A3,C
531 WD A4,C
532 WD A5,C
533 WD A6,C
534 WD A7,C
535 WD A8,C
536 WD A9,C
537 WD A0,C
538 WD A1,C
539 WD A2,C
540 WD A3,C
541 WD A4,C
542 WD A5,C
543 WD A6,C
544 WD A7,C
545 WD A8,C
546 WD A9,C
547 WD A0,C
548 WD A1,C
549 WD A2,C
550 WD A3,C
551 WD A4,C
552 WD A5,C
553 WD A6,C
554 WD A7,C
555 WD A8,C
556 WD A9,C
557 WD A0,C
558 WD A1,C
559 WD A2,C
560 WD A3,C
561 WD A4,C
562 WD A5,C
563 WD A6,C
564 WD A7,C
565 WD A8,C
566 WD A9,C
567 WD A0,C
568 WD A1,C
569 WD A2,C
570 WD A3,C
571 WD A4,C
572 WD A5,C
573 WD A6,C
574 WD A7,C
575 WD A8,C
576 WD A9,C
577 WD A0,C
578 WD A1,C
579 WD A2,C
580 WD A3,C
581 WD A4,C
582 WD A5,C
583 WD A6,C
584 WD A7,C
585 WD A8,C
586 WD A9,C
587 WD A0,C
588 WD A1,C
589 WD A2,C
590 WD A3,C
591 WD A4,C
592 WD A5,C
593 WD A6,C
594 WD A7,C
595 WD A8,C
596 WD A9,C
597 WD A0,C
598 WD A1,C
599 WD A2,C
600 WD A3,C
601 WD A4,C
602 WD A5,C
603 WD A6,C
604 WD A7,C
605 WD A8,C
606 WD A9,C
607 WD A0,C
608 WD A1,C
609 WD A2,C
610 WD A3,C
611 WD A4,C
612 WD A5,C
613 WD A6,C
614 WD A7,C
615 WD A8,C
616 WD A9,C
617 WD A0,C
618 WD A1,C
619 WD A2,C
620 WD A3,C
621 WD A4,C
622 WD A5,C
623 WD A6,C
624 WD A7,C
625 WD A8,C
626 WD A9,C
627 WD A0,C
628 WD A1,C
629 WD A2,C
630 WD A3,C
631 WD A4,C
632 WD A5,C
633 WD A6,C
634 WD A7,C
635 WD A8,C
636 WD A9,C
637 WD A0,C
638 WD A1,C
639 WD A2,C
640 WD A3,C
641 WD A4,C
642 WD A5,C
643 WD A6,C
644 WD A7,C
645 WD A8,C
646 WD A9,C
647 WD A0,C
648 WD A1,C
649 WD A2,C
650 WD A3,C
651 WD A4,C
652 WD A5,C
653 WD A6,C
654 WD A7,C
655 WD A8,C
656 WD A9,C
657 WD A0,C
658 WD A1,C
659 WD A2,C
660 WD A3,C
661 WD A4,C
662 WD A5,C
663 WD A6,C
664 WD A7,C
665 WD A8,C
666 WD A9,C
667 WD A0,C
668 WD A1,C
669 WD A2,C
670 WD A3,C
671 WD A4,C
672 WD A5,C
673 WD A6,C
674 WD A7,C
675 WD A8,C
676 WD A9,C
677 WD A0,C
678 WD A1,C
679 WD A2,C
680 WD A3,C
681 WD A4,C
682 WD A5,C
683 WD A6,C
684 WD A7,C
685 WD A8,C
686 WD A9,C
687 WD A0,C
688 WD A1,C
689 WD A2,C
690 WD A3,C
691 WD A4,C
692 WD A5,C
693 WD A6,C
694 WD A7,C
695 WD A8,C
696 WD A9,C
697 WD A0,C
698 WD A1,C
699 WD A2,C
700 WD A3,C
701 WD A4,C
702 WD A5,C
703 WD A6,C
704 WD A7,C
705 WD A8,C
706 WD A9,C
707 WD A0,C
708 WD A1,C
709 WD A2,C
710 WD A3,C
711 WD A4,C
712 WD A5,C
713 WD A6,C
714 WD A7,C
715 WD A8,C
716 WD A9,C
717 WD A0,C
718 WD A1,C
719 WD A2,C
720 WD A3,C
721 WD A4,C
722 WD A5,C
723 WD A6,C
724 WD A7,C
725 WD A8,C
726 WD A9,C
727 WD A0,C
728 WD A1,C
729 WD A2,C
730 WD A3,C
731 WD A4,C
732 WD A5,C
733 WD A6,C
734 WD A7,C
735 WD A8,C
736 WD A9,C
737 WD A0,C
738 WD A1,C
739 WD A2,C
740 WD A3,C
741 WD A4,C
742 WD A5,C
743 WD A6,C
744 WD A7,C
745 WD A8,C
746 WD A9,C
747 WD A0,C
748 WD A1,C
749 WD A2,C
750 WD A3,C
751 WD A4,C
752 WD A5,C
753 WD A6,C
754 WD A7,C
755 WD A8,C
756 WD A9,C
757 WD A0,C
758 WD A1,C
759 WD A2,C
760 WD A3,C
761 WD A4,C
762 WD A5,C
763 WD A6,C
764 WD A7,C
765 WD A8,C
766 WD A9,C
767 WD A0,C
768 WD A1,C
769 WD A2,C
770 WD A3,C
771 WD A4,C
772 WD A5,C
773 WD A6,C
774 WD A7,C
775 WD A8,C
776 WD A9,C
777 WD A0,C
778 WD A1,C
779 WD A2,C
780 WD A3,C
781 WD A4,C
782 WD A5,C
783 WD A6,C
784 WD A7,C
785 WD A8,C
786 WD A9,C
787 WD A0,C
788 WD A1,C
789 WD A2,C
790 WD A3,C
791 WD A4,C
792 WD A5,C
793 WD A6,C
794 WD A7,C
795 WD A8,C
796 WD A9,C
797 WD A0,C
798 WD A1,C
799 WD A2,C
800 WD A3,C
801 WD A4,C
802 WD A5,C
803 WD A6,C
804 WD A7,C
805 WD A8,C
806 WD A9,C
807 WD A0,C
808 WD A1,C
809 WD A2,C
810 WD A3,C
811 WD A4,C
812 WD A5,C
813 WD A6,C
814 WD A7,C
815 WD A8,C
816 WD A9,C
817 WD A0,C
818 WD A1,C
819 WD A2,C
820 WD A3,C
821 WD A4,C
822 WD A5,C
823 WD A6,C
824 WD A7,C
825 WD A8,C
826 WD A9,C
827 WD A0,C
828 WD A1,C
829 WD A2,C
830 WD A3,C
831 WD A4,C
832 WD A5,C
833 WD A6,C
834 WD A7,C
835 WD A8,C
836 WD A9,C
837 WD A0,C
838 WD A1,C
839 WD A2,C
840 WD A3,C
841 WD A4,C
842 WD A5,C
843 WD A6,C
844 WD A7,C
845 WD A8,C
846 WD A9,C
847 WD A0,C
848 WD A1,C
849 WD A2,C
850 WD A3,C
851 WD A4,C
852 WD A5,C
853 WD A6,C
854 WD A7,C
855 WD A8,C
856 WD A9,C
857 WD A0,C
858 WD A1,C
859 WD A2,C
860 WD A3,C
861 WD A4,C
862 WD A5,C
863 WD A6,C
864 WD A7,C
865 WD A8,C
866 WD A9,C
867 WD A0,C
868 WD A1,C
869 WD A2,C
870 WD A3,C
871 WD A4,C
872 WD A5,C
873 WD A6,C
874 WD A7,C
875 WD A8,C
876 WD A9,C
877 WD A0,C
878 WD A1,C
879 WD A2,C
880 WD A3,C
881 WD A4,C
882 WD A5,C
883 WD A6,C
884 WD A7,C
885 WD A8,C
886 WD A9,C
887 WD A0,C
888 WD A1,C
889 WD A2,C
890 WD A3,C
891 WD A4,C
892 WD A5,C
893 WD A6,C
894 WD A7,C
895 WD A8,C
896 WD A9,C
897 WD A0,C
898 WD A1,C
899 WD A2,C
900 WD A3,C
901 WD A4,C
902 WD A5,C
903 WD A6,C
904 WD A7,C
905 WD A8,C
906 WD A9,C
907 WD A0,C
908 WD A1,C
909 WD A2,C
910 WD A3,C
911 WD A4,C
912 WD A5,C
913 WD A6,C
914 WD A7,C
915 WD A8,C
916 WD A9,C
917 WD A0,C
918 WD A1,C
919 WD A2,C
920 WD A3,C
921 WD A4,C
922 WD A5,C
923 WD A6,C
924 WD A7,C
925 WD A8,C
926 WD A9,C
927 WD A0,C
928 WD A1,C
929 WD A2,C
930 WD A3,C
931 WD A4,C
932 WD A5,C
933 WD A6,C
934 WD A7,C
935 WD A8,C
936 WD A9,C
937 WD A0,C
938 WD A1,C
939 WD A2,C
940 WD A3,C
941 WD A4,C
942 WD A5,C
943 WD A6,C
944 WD A7,C
945 WD A8,C
946 WD A9,C
947 WD A0,C
948 WD A1,C
949 WD A2,C
950 WD A3,C
951 WD A4,C
952 WD A5,C
953 WD A6,C
954 WD A7,C
955 WD A8,C
956 WD A9,C
957 WD A0,C
958 WD A1,C
959 WD A2,C
960 WD A3,C
961 WD A4,C
962 WD A5,C
963 WD A6,C
964 WD A7,C
965 WD A8,C
966 WD A9,C
967 WD A0,C
968 WD A1,C
969 WD A2,C
970 WD A3,C
971 WD A4,C
972 WD A5,C
973 WD A6,C
974 WD A7,C
975 WD A8,C
976 WD A9,C
977 WD A0,C
978 WD A1,C
979 WD A2,C
980 WD A3,C
981 WD A4,C
982 WD A5,C
983 WD A6,C
984 WD A7,C
985 WD A8,C
986 WD A9,C
987 WD A0,C
988 WD A1,C
989 WD A2,C
990 WD A3,C
991 WD A4,C
992 WD A5,C
993 WD A6,C
994 WD A7,C
995 WD A8,C
996 WD A9,C
997 WD A0,C
998 WD A1,C
999 WD A2,C
1000 WD A3,C

```

Fig. 14 Código del programa PINGPONG. (Extensión .MRL)

Para la creación del código fuente se utilizaron algunos comandos como se muestra en la siguiente tabla I:

TABLA I:  
TABLA DE COMANDOS.

Comando	Significado	Se refiere a...
MO	MOVE	Movimiento
SP	SPEED	Velocidad
GT	GO TO	Ir a otra línea
ID	INDICADOR	Indicador
NT	NEST	Nido
EQ	EQUAL	Igual a

Al cumplir con el primer requisito, es decir, tener las rutinas en el código del programa, prosigue a crear una tabla de posiciones, pues también existe la extensión .POS, donde se crea la tabla de posiciones, con los siguientes pasos primero clic en el botón on-line, Upload file, Positions... [15]

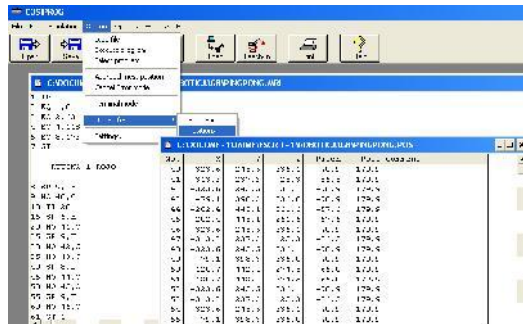


Fig. 15. Creación de tablas con extensión .POS

Al tener ambas extensiones creadas se envía dicha información a lo que es la unidad motora [16], ya que es ahí donde se carga la tabla de posiciones por medio del mismo software [17] para que el brazo realice los movimientos adecuados según la instrucción recibida.



Fig. 16 Unidad motora.



Fig. 17 Cargando tabla de posiciones.

Para iniciar el arranque del programa se debe cargar el programa a ejecutar o de lo contrario ejecutara el último programa con el que trabajó anteriormente el brazo, el arranque se puede dar de la siguiente manera, dar clic en el botón

On-Line, execute program, ya que la tabla haya cargado satisfactoriamente aparecerá un mensaje [18] en el cual se debe dar clic en SI en caso de querer ejecutar el programa o de lo contrario solo indicarle que No se desea proseguir con la ejecución.



Fig.18 Mensaje de COSIPROG para el arranque del programa.

Nota importante: al indicar el arranque al programa, el robot siempre se debe encontrar en NT (Nido), de lo contrario ocurrirá un error y no tomara la instrucción como tal.

Si la opción fue la ejecución del programa, este enviará al robot la instrucción, que se coloque en aproximación 1, para esperar que llegue una de las pelotas.

Cuando exista algún tipo de error a la hora de ejecutar el programa será muy conocido ya que el robot comienza a pitar de una manera exagerada, esto también sucede cuando se están creando las rutinas, si el programador observa que en uno de los movimientos pudiera existir alguna colisión, el programador se debe de encontrar muy atento a dichos movimientos para presionar el botón de emergencia que se encuentra en el Teaching Box, otro sobre la mesa del robot y un tercero en la unidad motora, el botón de emergencia [19] ayuda para detener a tiempo al brazo en caso de ocurrir alguna colisión, en si el botón sirve para prevenir este tipo acciones.



Fig. 19 Botón de Emergencia.

AGRADECIMIENTOS

De antemano damos las gracias a nuestros asesores M.C. Ricardo Fuentes Covarrubias y M.C. Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias, por brindarnos la confianza y de igual forma darnos la oportunidad de trabajar con ellos, compartiendo de sus conocimientos, así como una parte de su valioso tiempo, lo cual nos ayuda a crecer en el ámbito académico y propio, de igual manera se hacen extensos nuestros agradecimientos a los profesores M.C. Mónica Talía Violeta Sierra Peón y M.C. Carlos Cedillo Nakay, por haber otorgado la presentación de sus talleres tratando temas de gran interés en los que sobresalían “PONENCIAS” y “REDACCION DE ARTICULOS”, esto con el fin de facilitar la redacción de dichos artículos y del mismo modo prepararnos para la hora de presentar una ponencia, como será el caso en la ciudad de Nuevo Vallarta, Nayarit, en el presente mes. A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), por contar con herramientas de trabajo, como lo son el brazo robótico y una estación de estampación, el cual es de gran ayuda para alumnos como nosotros que buscan adquirir conocimientos. A nuestros compañeros de proyecto Juan A. Ojeda G. encargado de Visión Artificial e Isaías Romero C. encargado de llevar a cabo la programación de la Estación de Estampación ya que sin su aportación este proyecto no se habría llevado a cabo, a instituciones como el Tecnológico de Colima por abrir este espacio en el cual dan al estudiante la oportunidad de expresar sus experiencias vividas durante el verano científico y finalmente un agradecimiento a nuestra institución Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), por la confianza y apoyo que otorgaron en nosotros al representarnos en el Estado de Colima.

REFERENCIAS

- [1] M.C. Fuentes A., M.C. Fuentes R.; Apuntes de Clase; Universidad de Colima; 2010.
- [2] FESTO Pneumatic, S.A.; *Manual Movemaster EX*.
- [3] Extracto Universidad de Sevilla, España; Manual Básico, Manipulador Robot Mitsubishi RV-M1; 2002.
- [4] H. Dahlhoff, S. Gotz, H. Hohenburg, R. Schule, J. Spielmann; Fundamentos de Robótica, FESTO Didactic KG; Alemania, Mayo de 1993.



## Definición de requisitos y esquemas de evaluación para el Repositorio de Reactivos del ROATEC fundamentado en ISO 25000 (SQuaRE)

*N. Farias, A. D. Chávez Rojas, R. E. Chávez, H. Anguiano, H. Moreno.*

Instituto Tecnológico de Colima, Avenida Tecnológico No. 1, C.P. 28976, Villa de Álvarez, Col., México  
e-mail: rosario@marycobian.com, corza\_86\_1@hotmail.com, davcry\_08@hotmail.com,  
aldo.lpz.gmz@gmail.com, averduzco@itcol.edu.mx }

**Resumen**— Los espacios educativos virtuales basados en OA (Objetos de Aprendizaje) recrean el contexto escolar presencial al integrar elementos didácticos suficientes para el proceso de enseñanza aprendizaje. Como parte de esa recreación, el modelo exige la incorporación de instrumentos de evaluación para medir el aprendizaje que adquiere el estudiante una vez revisadas las secuencias didácticas implementadas en los OA. Para que dicha evaluación sea tan objetiva y confiable como en el modelo presencial, deben especificarse criterios que validen ese proceso. Existen tecnologías computacionales que sumadas a las pedagógicas apoyan el proceso de evaluación y su correspondiente validación. En este documento se describe una visión particular de un RR (Repositorio de Reactivos) fundamentado en la ISO 25000 que permite ser un medio mediante el cual los reactivos son almacenados para después generar de manera aleatoria un mecanismo de evaluación.

**Temas claves**— algoritmo, competencia, e-Learning, evaluación, reactivo.

### I. INTRODUCCIÓN

La gestión de contenidos en entornos *e-learning* está generando cambios académicos y tecnológicos. Los contenidos educativos se están construyendo como objetos de aprendizaje y se están almacenando en contenedores, conocidos como Repositorios de Objetos de Aprendizaje, estos se organizan y se muestran accesibles para diferentes aplicaciones y perfiles de usuarios. Lo anterior se logra fundamentalmente a través de la comunicación de aplicaciones que operan de manera conjunta y del intercambio en catálogos de metadatos compatibles. [1]

El Instituto Tecnológico de Colima, está desarrollando un ROA (repositorio de objetos de aprendizaje) que utiliza un RR (Repositorio de reactivos) diseñado en base a la metodología utilizada por Organismos Externos de Evaluación para la Educación Superior, la cual utiliza el nivel cognitivo de la taxonomía de Bloom [5].

Esta taxonomía, identifica tres dominios de actividades de aprendizaje: el afectivo, el psicomotor y el cognitivo; el dominio cognitivo supone el conocimiento y desarrollo de habilidades y actitudes intelectuales, y se encuentra dividido

en categorías organizadas del comportamiento más simple al más complejo:

- Conocimiento. Remembranza de material aprendido previamente.
- Comprensión. Habilidad para asir el significado de elementos o cosas.
- Aplicación. Habilidad o capacidad para utilizar lo aprendido en situaciones concretas o nuevas.
- Análisis. Habilidad para separar material en todas aquellas partes que lo conforman.
- Síntesis. Habilidad para unir partes diferentes y armarlas en un nuevo todo.
- Evaluación. Habilidad para juzgar situaciones y obtener un aprendizaje significativo.

La libertad de cátedra para elaborar reactivos, la dificultad de los facilitadores para adaptarse a los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes así como la ausencia de un procedimiento común que estandarice la elaboración de exámenes en el ITC (Instituto Tecnológico de Colima), forman parte de la naturaleza del problema que orientó la realización de este trabajo, inserto en un proyecto de educación en línea que promueve el aprendizaje autónomo y por consecuencia la evaluación del mismo [4].

Los objetos de aprendizaje son evaluados mediante un RR, el cual sigue las recomendaciones de diseño indicadas en la ISO 25000.

El Repositorio de Reactivos, está diseñado estructuralmente de la siguiente manera:

- Definición de la función operacional. Determina el tema base del reactivo.
- Actividad a desarrollar. Ubica el objetivo general del reactivo.
- Tarea a seguir. Identifica específicamente el objetivo a seguir por el reactivo.
- Nivel en la taxonomía de (Bloom). Se deberá seleccionar si el reactivo será dirigido a: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis o evaluación.
- Conocimiento o habilidad a evaluar. Ubica si el reactivo requiere la identificación de técnicas, utilidades, ventajas o desventajas,
- Definición operacional. Es un enunciado en el que se explicita lo que el sustentante debe ejecutar y las condiciones o circunstancias en las que se espera que

la acción se realice. La acción puede ser expresada en términos de una conducta observable y la situación de describir la situación en que ocurre.

- Tipo de conocimiento requerido. Definir la selección de hechos, conceptos, principios y procedimientos.

## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Al hablar de la calidad en los OA, el criterio de evaluación es el cumplimiento de objetivos pedagógicos aunado al desarrollo de competencias educativas que validen el proceso de enseñanza aprendizaje. Debido a esto, su elaboración implica un grado de usabilidad aceptable, principalmente en los recursos digitales orientados al Web; es decir, deben estar dirigidos hacia los usuarios y al contexto en que se desenvuelven; por lo tanto, los componentes del OA deben asegurar el trabajo de los estudiantes y su integración a los procesos de aprendizaje [2].

Uno de los mayores obstáculos es el cumplimiento de los objetivos pedagógicos propuestos en cada objeto de aprendizaje, esto demuestra la necesidad de realizar una evaluación que permita medir el nivel de certidumbre del objeto respecto a los procesos de aprendizaje; por lo cual, es necesario establecer el tipo de evaluación a realizar, la definición de los criterios a evaluar y la forma de examinarlos [6].

Al momento de desarrollar este repositorio de reactivos, se hizo un análisis entre la estética que se pretendía alcanzar y la calidad de los contenidos, los cuales deben mantener el control sobre la funcionalidad de los recursos empleados considerando el diseño y la facilidad de uso, tal y como lo sugiere la norma ISO 25000.

Un estándar es un patrón, una tipificación o una norma de cómo realizar algo [7] y los hay de dos tipos: *estándares de jure*, cuando provienen de una organización acreditada que certifica una especificación, y *estándares de facto*, cuando la especificación se adoptan por un grupo mayoritario de individuos. Es claro entonces que un estándar regularmente proviene de una especificación, esto es, un conjunto de declaraciones detalladas y exactas de los requisitos funcionales y particularidades de algo que quiere construirse, instalarse o manufacturarse [1].

La calidad del producto junto con la calidad del proceso son los aspectos más importantes al momento de desarrollar un producto de software. Anteriormente la ISO 9126 [13] era el estándar que vigilaba la correcta aplicación de métricas de calidad tanto de uso interno, externo como en uso y la ISO 14598 hacia lo mismo en lo que respecta a la evaluación del software. Actualmente esta función mejorada la realiza la ISO 25000. Cómo podrá observarse en la Figura 1.

ISO/IEC 25000 también conocida como SQuARE, recibe su nombre de “Requisitos y Evaluación de calidad de productos de software” [13].

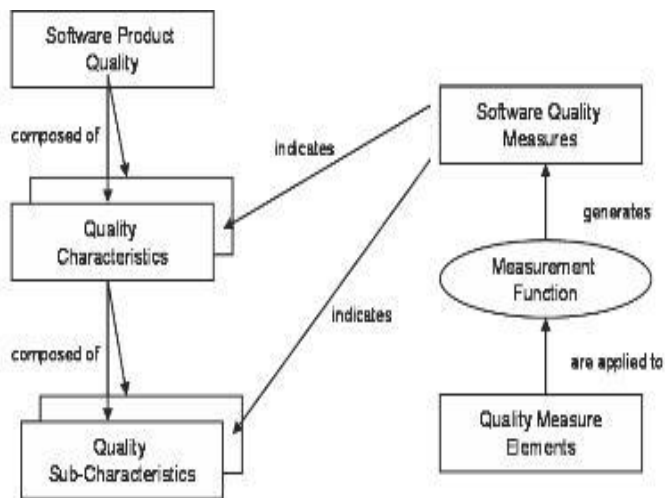


Figura 1. Modelo de Referencia de Medición de la Calidad del Producto Software, según la ISO/IEC 25000 [13]

SQuARE está formada por las divisiones siguientes:

- ISO/IEC 25000n: Aquí se define los modelos comunes, términos y referencias.
- ISO/IEC 2501: Especifica un modelo de calidad detallado, incluye especificaciones para la calidad interna, externa y de uso.
- ISO/IEC 2502: Presenta aplicaciones de métricas de calidad para requerimientos de software interno, externo y en uso.
- ISO/IEC 2503: Especifica los requisitos de calidad tan y cual se establecen en la norma ISO/IEC 15288.
- ISO/IEC 2504: Proporciona requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de un producto de software.
- ISO/IEC 2505n: Estándares de extensión de ISO SQUARE.

Las principales ventajas con respecto a la ISO 9126 y la 14598 son [11]:

- Mejor coordinación de la guía en la medición y evaluación de la calidad de los productos de software.
- Mejor orientación para la especificación de requisitos de calidad

- Armonización con la norma 15939 en forma de modelo de referencia en la medición de la calidad del producto presentado en la norma ISO 25020.

Las principales diferencias con respecto a los mismos son:

- La introducción de un modelo de referencia general.
- La introducción de elementos de medidas de calidad.
- Incorporación y medición de un modelo de calidad para los datos.
- Incorporación y revisión del proceso de evaluación.

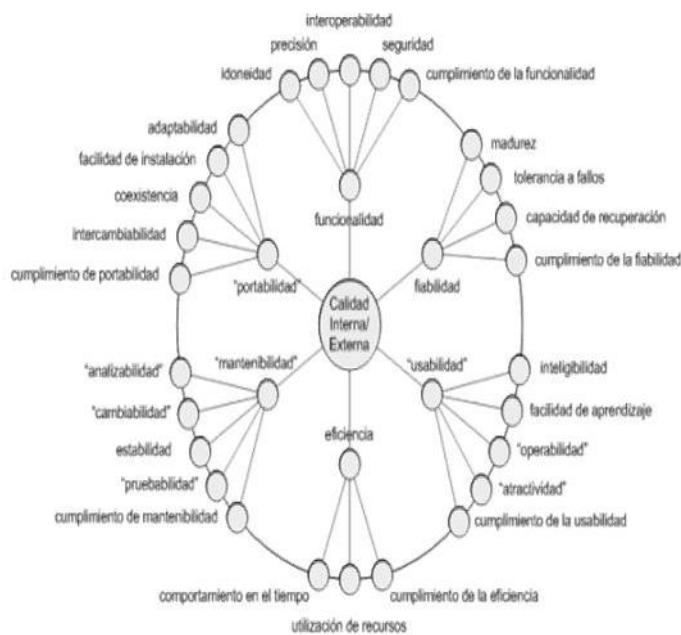


Figura 2 Modelo de la ISO 25000 –Vista interna y externa- [13]

SQuaRE indica que para que un producto de software sea producido con calidad, se debe de tomar en cuenta no solo la calidad del mismo sino también la calidad del proceso mediante el que se genera. La calidad interna refleja la calidad externa y la de uso [13]. Obsérvese en la Figura 2. Lo anterior se lleva a cabo mediante el uso de 6 ejes principales:

1. Funcionalidad: Es la capacidad de un software de satisfacer los requisitos funcionales prescriptos y las necesidades implícitas de los usuarios
2. Fiabilidad: Es la capacidad de un software de mantener su nivel de desempeño, bajo condiciones establecidas, por un periodo de tiempo
3. Usabilidad: Es la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado, atractivo y conforme con las reglamentaciones y guías de usabilidad

4. Eficiencia: Es la capacidad de un software de proporcionar un rendimiento apropiado, de acuerdo a la cantidad de recursos usados bajo condiciones establecidas

5. Mantenibilidad: Es la capacidad de un software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, en los requisitos o en las especificaciones funcionales

6. Portabilidad: Es la capacidad de un software de ser transferido de un ambiente a otro. El ambiente puede ser organizacional, de software o de hardware [3]

Los niveles anteriores revisan la calidad del producto de software de manera interna y externa. En la Figura 3 se indican los niveles que integran la fase de uso de la aplicación.



Figura.3 ISO/IEC 25000 –Vista en uso- [13]

- Efectividad. Capacidad del software de facilitar al usuario alcanzar los objetivos con precisión y completitud.
- Productividad. Capacidad del software de permitir a los usuarios utilizar la cantidad adecuada de recursos en relación a la efectividad obtenida.
- Seguridad. Capacidad del software para cumplir con los niveles de riesgo permitidos tanto para posibles daños físicos como lógicos.
- Satisfacción. Capacidad del software para cumplir con las expectativas de los usuarios en un contexto determinado.

Cada uno de los ejes tiene niveles de evaluación los cuales permiten alcanzar los objetivos inicialmente planteados.

#### A. PROYECTO KEMIS

KEMIS “Kybele Environment Measurement Information System” es un entorno desarrollado por Kybele Consulting cuyo objetivo es facilitar la medición automatizada de la calidad de los productos software

Este proyecto, basado en la ISO 25000 fue implantado en una empresa española en la cual se demostró que proporcionó visibilidad en indicadores y permitió una personalización de los diferentes requerimientos de la empresa con respecto al desarrollo de proyectos de software. Actualmente el proyecto se avoca principalmente a la fase de “Mantenibilidad” pero se

espera que para el próximo año se aplique al resto de las fases, principalmente “Funcionalidad”.

## B. REPOSITORIO DE REACTIVOS EN EL ROATEC

Aplicando la norma de calidad para asegurar la eficiencia y eficacia del OA, así como garantizar la correcta evaluación mediante el RR, tanto tecnológicamente como prácticamente, se determina exactamente el desempeño del estudiante al momento de usarlo, ya que le permite una interacción con los contenidos y una adecuada retroalimentación. [2]

El repositorio de reactivos (RR) desarrollado, pretende cumplir los 6 ejes principales de la ISO/IEC 25000, actualmente se está trabajando en el eje de “Funcionalidad”.

Al momento de iniciar los trabajos se estableció como objetivo crear un espacio mediante el cual se almacenaran los reactivos de evaluación para los diferentes objetos de aprendizaje dentro del marco del proyecto de educación en línea. Éste debería cumplir con los siguientes lineamientos:

- Efectividad. Contemplar el diseño estructural de RR. Mencionado anteriormente.
- Precisión. Diseñar las diferentes entradas con una validación que asegure que los datos entrantes sean los adecuados.
- Facilidad de uso. Tener una interfaz simple que brinde una adecuada ergonomía en la captura y en el manejo de la aplicación.
- Consistencia. Mantener en todo momento una consistencia con la imagen Institucional y con el ROA. Los datos se agrupan de igual manera en toda la navegabilidad en el sitio.
- Simplicidad. El diseño deberá ser simple y limpio, lo que asegure el uso por parte del usuario.
- Estética. Los diseños deben claros y utilizando todas las zonas de la pantalla de captura.[9]

El RR está diseñado para que el elaborador realice los reactivos siguiendo un esquema de opción múltiple ya que éstos son los más utilizados para evaluaciones masivas, especialmente por su facilidad de aplicación y calificación. Sin embargo, la facilidad no radica en su elaboración, por lo contrario, debe cumplir condiciones para que un reactivo se considere de calidad.

## C. LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS PARA ELABORAR REACTIVOS

Para que un reactivo se considere de calidad debe de cumplir lo siguiente:

Pregunta base del reactivo:

- Solamente se deben incluir los elementos estrictamente necesarios para comprender el reactivo.
- Omitir términos innecesarios que confundan o den claves sobre la respuesta correcta.

- Evitar las formas negativas.
- Incluir un aspecto importante del contenido a tratar y contemplarlo en la estructura.
- La pregunta debe entenderse sin recurrir a las respuestas.
- La redacción debe ser clara, sencilla, precisa y correcta.
- Presentar una pregunta, afirmación o idea completa.
- Incluir una sola idea.
- Si se requiere, brindar una instrucción al inicio de la pregunta base.
- Evitar preguntas capciosas.
- Evitar dar pistas en la pregunta.

Respuesta correcta:

- Debe haber solo una respuesta correcta.
- Debe resolver el problema satisfactoriamente y ser incuestionable.
- Debe ocupar una posición aleatoria con respecto a las otras preguntas.
- Debe estar argumentada de principio a fin, en términos de lo que tiene que hacer y saber el sustentante para contestar correctamente.

Respuestas distractores:

- Incluir distractores plausibles.
- Utilizar enunciados verosímiles pero incorrectos.
- Evitar que una opción ayude a elegir la respuesta correcta por indicios gramaticales.
- Evitar llamar la atención utilizando una redacción diferente.
- Debe estar argumentada de principio a fin.

A continuación se presentan las diferentes interfaces con las que cuenta el RR y en las cuales se demuestran los lineamientos anteriormente citados, éstos complementan al eje de “Funcionalidad” marcado como eje en la ISO 25000.

Cómo puede observarse en la figura 4, se expone la interfaz de captura en la cual se selecciona la estructura de la que estará compuesto el reactivo a elaborar: definición de la función operacional, actividad a desarrollar, tarea a seguir, nivel en la taxonomía (Bloom), conocimiento o habilidad a evaluar y definición operacional o nivel de desempeño.



Figura 4 Interfaz de captura en el RR

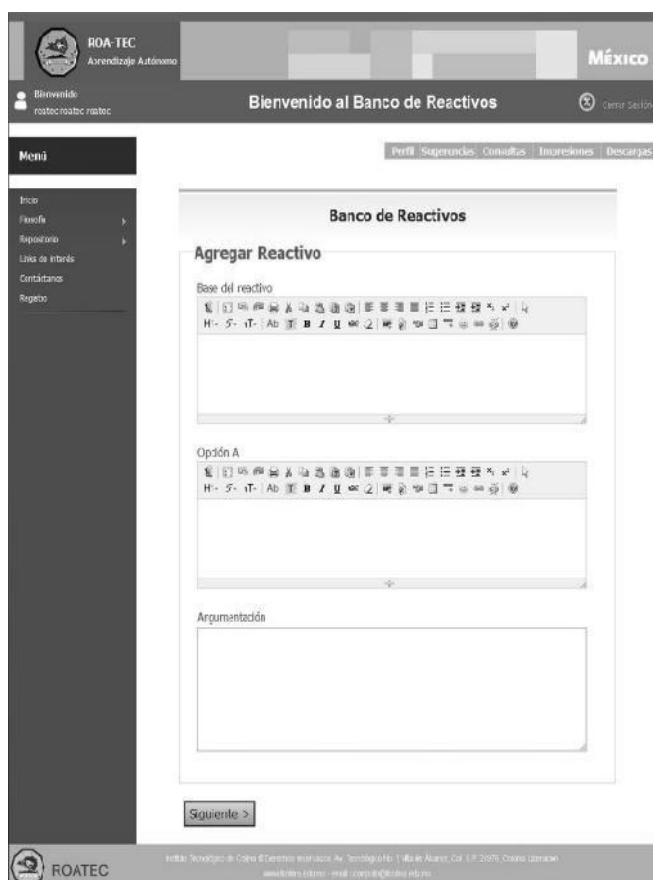


Figura 5 Interfaz de captura de un reactivo en particular

Analizando la Figura 5, se demuestra que una vez definido estructuralmente el reactivo se está en posición de diseñar el tipo de conocimiento requerido, el cual se compone de una pregunta base, 1 respuesta resolutive – la cual puede observarse en la figura 6 - y 3 distractores, los cuales deben de fundamentarse utilizando una bibliografía reconocida (con ISBN).

Como podrá visualizarse cada uno de los espacios de captura cuenta con un editor individual, mismo que fue programado ex profeso para la aplicación, es sencillo de manejar y provee de recursos mediante los cuales tanto la pregunta base como las opciones de respuesta son fortalecidas, se insertan las siguientes opciones:

- Viñetas.
- Tablas.
- Gráficas.
- Hipervínculos.
- Imágenes.

También permite manipular sangrías, alineación de textos, interlineado, tipos y tamaños de letras. Lo anterior proporciona versatilidad al momento de diseñar el reactivo. Figura 6.



Figura 6 Interfaz para la captura de la respuesta correcta

La ISO 25000 también indica una fase de evaluación en el eje de “Funcionalidad” la cual está compuesta de los siguientes puntos [8]:

- Idoneidad. Indica el grado en que las funciones que soportan las tareas especificadas están presentes.
- Precisión. Indica el grado de exactitud de los efectos del sistema, en lo que ha salida se refiere.
- Interoperabilidad. Grado en que el sistema puede interactuar con otros sistemas.
- Seguridad. Grado en que un acceso no autorizado (accidental o deliberado) se prevenga y se permita un acceso autorizado.
- Cumplimiento de la funcionalidad. Grado en que las necesidades asumidas o descritas se satisfacen.

El RR es preciso ya que cuenta con validaciones en cada uno de los campos de captura, lo cual asegura que el docente solo de entrada los datos necesarios y requeridos por el reactivo.

Para asegurar la precisión, las interfaces están diseñadas de tan manera que el usuario proporcione la menos captura posible. Solo se introducirán datos cuando se trate de la concepción del reactivo. El resto será seleccionado de las opciones proporcionadas.

La interoperabilidad también está comprobada ya que se ejecutó la aplicación sobre distintas plataformas y no presentó problemas. De igual manera al momento de hacer la sincronía contra el ROA, los resultados fueron favorables, no se presentó ningún inconveniente.

En lo que respecta a seguridad, la aplicación web cuenta con protección contra los siguientes ataques:

- Cross site scripting (XSS).
- Carga malintencionada de archivos ejecutables.
- Referencia directa insegura a objetos.
- Almacenamiento criptográfico inseguro.
- Restricción de acceso a URL's.

Los ataques mencionados anteriormente se solventaron aplicando niveles de usuario, validaciones, utilización de mecanismos de encriptamiento que utilicen claves públicas aleatorias de 128 caracteres de longitud y aplicación de controles estrictos en el manejo de URL's. Se aplicará OWASP (Proyecto Abierto de Seguridad en Aplicaciones Web)[10], para lograr lo anterior.

Adicional a lo expuesto, se tiene una interfaz similar para validar los reactivos por parte de un Comité Revisor, el cual se encargará de verificar el cumplimiento de los lineamientos

para la elaboración de reactivos anteriormente citados. La única diferencia es un campo de estatus, ya que cada reactivo de valorará como aprobado, en corrección o descartado.

El sitio también cuenta con un espacio para búsquedas:

- Reactivos en elaboración. Presenta aquellos reactivos que aún están en la fase de diseño.
- Reactivos en validación. Son aquellos que se encuentran en poder del comité validador en espera de aprobación.
- Reactivos aprobados. Aquellos que fueron aprobados por el comité validador y están listos para formar parte de una evaluación.
- Reactivos por unidad taxonómica. Son todos aquellos reactivos aprobados por unidad taxonómica.
- Reactivos por objeto de aprendizaje. Aquel conjunto de reactivos aprobados pertenecientes a un OA en particular.
- Reactivos por usuario. Son todos aquellos reactivos elaborados por el usuario. En esta selección se podrá identificar en qué estatus se encuentra cada uno de los reactivos.
- Reactivos rechazados o descartados. Vista que permite conocer cuántos y cuáles reactivos fueron rechazados, ya sea por carecer de fundamento o por haberse considerado confusos o demasiado simples.

El sitio para el RR cuenta con niveles de usuarios: Administrador, elaborador y revisor. Estos niveles le permiten tener una administración adecuada y transparente al momento de unirse con el ROA.

Los elaboradores de reactivos generan reactivos basados en la taxonomía de Bloom. Los validadores, revisan cada uno de los reactivos a fin de encontrar fallas de redacción, transposición, congruencia con el objetivo taxonómico y edición. Si llegaron a encontrar inconsistencias o incongruencias, el reactivo en cuestión será devuelto a su creador para la corrección pertinente. El administrador es el que tiene todas las vistas y accesos para todas las búsquedas.

El alcance del artículo se circunscribe al diseño de la interfaz para la gestión de reactivos siguiendo la taxonomía de Bloom, y aplicar las recomendaciones de la ISO 25000 en lo que respecta al eje de “Funcionalidad”.

El cumplimiento de la funcionalidad se comprobó al momento de que 30 docentes de la Institución utilizaron el RR para una prueba de usuario y para validar el algoritmo generador de reactivos. Se realizó una prueba con la elaboración de 30 exámenes por nivel taxonómico.

De la anterior prueba piloto se recabaron los siguientes datos:

TABLA 1.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA APLICACIÓN DE ENCUESTA PARA EVALUAR LA FUNCIONABILIDAD Y USABILIDAD DEL RR

Lineamientos	% de aprobación
Efectividad	100%
Precisión	93%
Facilidad de uso	100%
Consistencia	100%
Simplicidad	97%
Estética	100%
Navegación	97%
Lenguaje y contenido	100%
Ayuda en línea	100%
Coherencia	100%
Accesibilidad	93%
Claridad arquitectónica	93%

De la anterior tabla se desprende que el 100% de los encuestados está de acuerdo con la efectividad, facilidad de uso, consistencia, estética, lenguaje en el que está elaborado el RR, ayuda en línea y coherencia.

A 3 docentes les pareció que la precisión en la interfaz estaba ambigua, consideraron que la accesibilidad al RR fue complicada y que la arquitectura de sistema no fue clara. A 1 maestro no le pareció simple el diseño de captura presentado y la navegación en el sitio le resultó complicada.

Con los anteriores datos se procedió a realizar las adecuaciones pertinentes, a fin de estar acorde a los requerimientos solicitados por los usuarios, tal y como lo marca la ISO 25000, para cuando el RR se integre funcionalmente con el Repositorio de Objetos de Aprendizaje, se valore la fase de usabilidad, ya que se pondrá a disposición a manera de piloto a todos los docentes que imparten materias en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Ellos valorarán si la interfaz del RR se comprende adecuadamente, esto se logrará generando pruebas de usuarios y de manejabilidad.

La fase piloto comprenderá un lapso de un mes en el cual se tendrá constancia de qué tan aprendido, usado y atractivo es para todos los usuarios. Las aportaciones se almacenarán en una bitácora, a fin de realizar nuevamente las adecuaciones pertinentes.

Con lo anterior se pretende cumplir la fase de evaluación de este eje que comprende los siguientes puntos:

- Inteligibilidad.
- Facilidad de aprendizaje.

- Operabilidad.
- Atractividad.
- Cumplimiento de la usabilidad.

Una vez completada la fase piloto se extenderá la invitación de uso del ROA a más docentes de otras carreras, con lo cual se podrá comprobar el RR en su fase de eficiencia:

- Comportamiento con el tiempo.
- Utilización de recursos.
- Cumplimiento de la eficiencia.

A mayor cantidad de usuarios y de reactivos, la generación de aplicaciones de evaluación para una determinada materia mediante el uso de objetos de aprendizaje aumentará la eficiencia y eficacia en este proceso, porque facilita a los docentes su elaboración con reactivos validados bajo la taxonomía adoptada.

Las demás fases de evaluación serán puestas en marcha una vez que todo el producto de software sea terminado.

### III. REFERENCIAS

*Para reportes técnicos:*

- [1] López, C. (2005) Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning, Tesina doctoral, Universidad de Salamanca. (Director Francisco José García Peñalvo).
- [2] Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través del Aseguramiento de Competencias Educativas. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Roberto Eduardo Ruiz González, Jaime Muñoz Arteaga, Francisco Javier Álvarez Rodríguez
- [3] Ing. César Chávrry Arias. Calidad del software. Semana de Ingeniería de Sistemas 2005. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- [4] Medición de las Competencias del Estudiante a través de la evaluación del Aprendizaje. CIINDET 2010. Instituto Tecnológico de Colima. Nicandro Fariás Mendoza, Evelia Chávez Valdez.
- [5] Bloom, B. et al. 1956. Taxonomy of education objectives: Handbook I, The cognitive domain. [Taxonomía de los objetivos educativos: Tomo I, El dominio cognitivo]. Nueva York, David McKay & Co.
- [6] García Ángel, Martínez Raquel, Jaén José, Tapia Santiago (2006). La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza. Universidad Politécnica de Madrid. Consultado el 5 de abril de 2010. Disponible en: <http://www.um.es/ead/red/M6>.
- [7] Real Academia Española. Diccionario de La Lengua Española (2.0). Consultado el 20 de abril de 2010.
- [8] Glosario de términos de testeo y calidad. Instituto Tecnológico de Informática Universidad Politécnica de Valencia.

*Para libros:*

- [9] Análisis y Diseño de Sistemas de Información. Kendall & Kendall. Prentice Hall.
- [10] Advances in information security and assurance. Jong Hyuk Park, Springer.
- [11] Calidad del producto proceso del software. Coral Calero. RA-MA

*Para estándares:*

[12] ISO/IEC 9126, Software engineering - Product quality – 2001

[13] [www.iso25000.com](http://www.iso25000.com)



# Desarrollo de Espacios Educativos Virtuales A través del Diseño de Objetos de Aprendizaje

<sup>1</sup> Nicandro Farías, <sup>1</sup>R.Evelia Chávez, <sup>1</sup>Héctor Anguiano Navarro, <sup>1</sup>Alma D. Chávez, <sup>1</sup>Luis Giovany Salaiza Plasencia, <sup>1</sup>Carlos Lobato Ramírez, <sup>1</sup>Sergio Luna Estrada  
*Instituto Tecnológico de Colima. Av. Tecnológico 1, Villa de Álvarez, Colima. México.  
Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Colima, Col. México*

**RESUMEN.** El estudiante del presente siglo ha adoptado el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como parte cultural de su proceso formativo. Ante esta realidad, los docentes nos vemos obligados a desarrollar espacios educativos virtuales a través del diseño, construcción e implementación de contenidos educativos que resulten atractivos a los estudiantes y favorezcan el desarrollo de sus competencias. Varias tecnologías instruccionales han sido diseñadas para responder a esta necesidad. Una de las que está tomando mayor auge son los llamados Objetos de Aprendizaje (OA). Un OA es un elemento que puede ser usado, re-usado o referenciado para el aprendizaje soportado en tecnología. La estructura interna del OA es determinante para el éxito del proceso cognitivo del estudiante. Normalmente esta estructura está enriquecida con elementos multimedia con la finalidad de que se adapten al estilo de aprendizaje de los educandos. Este documento describe una visión particular de los OA vista desde los elementos didácticos que debe contener para favorecer el espacio virtual de aprendizaje y cumplir con el desarrollo de las competencias del futuro profesionista.

**Palabras Clave:** *Objeto de Aprendizaje, e-Learning, Competencia.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes han hecho de Internet su primera opción de búsqueda y recuperación de información. Sus habilidades para navegar en el Web motivan a desarrollar contenidos digitales que apoyen su formación profesional. La libertad de cátedra que limita el uso de herramientas estandarizadas en el proceso instruccional, la dificultad de los estudiantes para comprender el manejo de la memoria dinámica en la computadora y la ausencia de estas herramientas en el Instituto Tecnológico de Colima (ITC), forman parte de la naturaleza del problema que orientó la realización de este trabajo.

Diversas investigaciones han probado la eficacia de los OA en la construcción autónoma de conocimiento en el estudiante. Entre ellas Gómez [1] que señala que los Objetos de Aprendizaje (OA) impactan favorablemente los procesos formativos al constituirse como un “instrumento facilitador

para la adquisición de un conocimiento” y al mismo tiempo mejoran los niveles de comprensión lectora en los estudiantes. Díaz [2] agrega que los OA favorecen el interés del estudiante en la clase, facilitan la adquisición de conocimiento, y permiten que el estudiante incremente su desempeño reflejado en las evaluaciones o bien, este se mantenga constante.

La importancia de este trabajo radica en la necesidad de crear espacios educativos virtuales a través del diseño de objetos de aprendizaje para diversificar los modelos e instrumentos que apoyan el trabajo instruccional.

Su objetivo fue diseñar la estructura interna de los objetos de aprendizaje para Estructuras de Datos Lineales en el Instituto Tecnológico de Colima, del que se desprendieron otros objetivos como la creación de éstos así como su incorporación a un espacio educativo virtual administrado por la Institución.

Los OA diseñados por Aguirre [4] de la Universidad de Guadalajara, se distinguen porque su composición interna refiere texto y animación interactiva que motiva su uso y trabaja las competencias de comprensión y aplicación del estudiante. En cambio, los desarrollados por la Universidad Metropolitana de Londres [5], centran su estructura interna en “encapsular el contenido y la interactividad adecuada” [5] a través de una breve explicación, la ilustración y la simulación del tema soportado en elementos multimedia incluyendo una breve evaluación con su respectiva retroalimentación.

La propuesta de este proyecto mejora los enfoques para el diseño de los OA mencionados previamente, aportando una mayor precisión y diversificación de los componentes internos del OA, cada uno con una función específica que procura el conocimiento integral del tema y el desarrollo de las competencias del estudiante.

En la consecución de este estudio se utilizó un enfoque mixto, específicamente el método no experimental, tipo transversal, con un alcance exploratorio y descriptivo que dio lugar a comparar los resultados obtenidos por medio de instrumentos como el cuestionario y la matriz de datos que dieron respuesta a la investigación planteada.

## 2. CONTEXTO DEL ESPACIO EDUCATIVO VIRTUAL

En la literatura convergen múltiples definiciones de Objeto de Aprendizaje, desde su conceptualización como cualquier recurso digital hasta su extensión al contexto educativo. Mohan [6] los describe como una unidad con contenido de aprendizaje independiente que permanece, y está disponible para su reutilización en contextos instruccionales múltiples.

Por su naturaleza digital, los OA están asociados al entorno e-Learning que López [7] describe como un modelo educativo que utiliza medios electrónicos para realizar todo o parte del proceso formativo. También se conocen como espacios educativos virtuales cuya representación se muestra en la Fig. 1 y en el interactúan los siguientes actores:

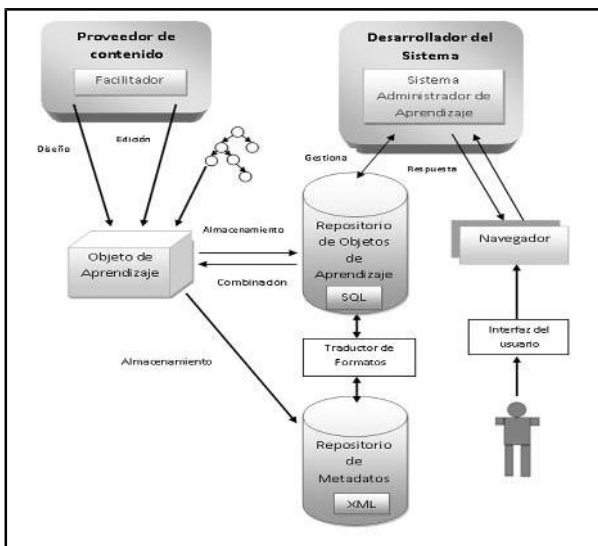


Fig. 1. Espacio Educativo Virtual

- El usuario quien a través de su propia interfaz hace uso de un Navegador para solicitar al Sistema Administrador del Aprendizaje le proporcione un OA de algún dominio en particular.
- El Sistema Administrador del Aprendizaje encargado de gestionar y en consecuencia atender las peticiones del usuario previo acceso al Repositorio de Objetos de Aprendizaje.
- El Repositorio de Objetos de Aprendizaje que actúa como depósito de los OA y que a través de un Traductor de Formatos interactúa con el Repositorio de Metadatos a fin de lograr interoperatividad y recuperar eficazmente el recurso.
- El Repositorio de Metadatos encargado de almacenar los archivos XML que describen los datos del recurso llamado OA, y que servirán como índices para facilitar su recuperación.
- Los facilitadores de la enseñanza como proveedores de contenido para diseñar y editar OA pertenecientes a un dominio.
- El Objeto de Aprendizaje que como tal se almacena en un Repositorio de Objetos de Aprendizaje y a partir de este último se pueden combinar para formar otros Objetos de

Aprendizaje que den contextos educativos más amplios. Igualmente a partir del OA se desarrolla y almacena el metadato que describe al recurso respectivo.

En la medida que se propicien espacios didácticos estructurados y se favorezca la interacción entre los estudiantes, estaremos enriqueciendo la asimilación de procesos psicológicos que permitirán la construcción de conocimiento, lo que es fundamental para lograr entender cualquier tema de un área en particular y de cómo ésta es asimilada por cada uno de los estudiantes.

Dichos espacios son el contexto de interacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y los OA inmersos en ellos son el recurso explícito para hacer llegar la información que debe “saber” el estudiante para “saber hacer” ciertas acciones o actividades que lo habiliten en el campo profesional.

Ante ello, este trabajo se ha dedicado a proponer la Estructura Interna del OA, misma que hemos concebido como los componentes editables agrupados en la unidad de información y la unidad didáctica con un propósito educativo. Dicho propósito radica en desarrollar las competencias del estudiante, asumiendo la definición de Woodruffe [8] para el término competencia, como las conductas laborales necesarias para realizar un trabajo eficientemente. Adicionalmente, la definición de competencias asume diversas perspectivas, como la concepción de tareas, la concepción de atributos personales o la combinación atributo-contexto. Sin embargo, en el ámbito educativo dichas perspectivas convergen al actuar como un puente entre el campo educativo y el campo laboral para integrar conocimientos, habilidades y actitudes en el estudiante, que reflejen desempeños exitosos en la actividad futura del profesionista.

### 2.1 MODELO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Cada componente de la estructura interna del OA intenta desarrollar ciertas habilidades cognoscitivas en el estudiante. Su representación se circunscribe a los componentes observados en la Fig. 2. Mismos que a continuación se resumen:

- La definición de objetivos que enumeran las competencias que debe alcanzar el estudiante;
- La introducción que plantea brevemente los tópicos del tema a revisar;
- La explicación que proporciona el conocimiento, es decir la información relativa al tema, a través de texto, imágenes ilustrativas, animación y audio;
- Las actividades de aprendizaje que intentan ejercitar las competencias reflexivas y críticas en el estudiante;
- La evaluación que permite medir brevemente las competencias construidas en el estudiante y precisar las que no se han logrado;
- La conclusión que emite una reflexión del tema y su contexto de aplicación; y por último
- La bibliografía que enumera las fuentes que alimentaron el OA.

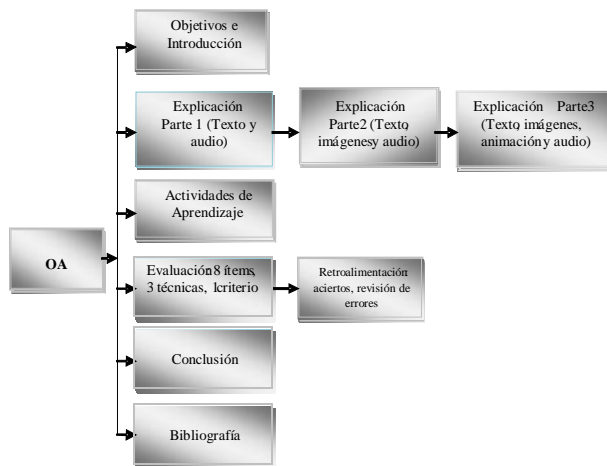


Fig. 2. Representación de la Estructura Interna del OA

Esta estructura se implementó en las herramientas informáticas Dreamweaver [9], editor de páginas Web propiedad de Adobe Systems; JavaScript [10], lenguaje de programación script desarrollado por Netscape y Flash [11], software que permite crear animaciones con sonido. Dichas herramientas dieron lugar a archivos html, js y swf. Adicionalmente para la composición del OA se utilizaron archivos jpg, png y amr. Su implementación fue sencilla, puesto que en estas herramientas el programador alude más a sus habilidades de diseño, y el software se encarga de gran parte de la codificación.

El modelo de dicha estructura, se ejecuta a través de la plataforma ROATEC (Repositorio de Objetos de Aprendizaje) cuya interfaz se muestra la Fig. 3. El ROATEC está dispuesto como espacio educativo virtual para el soporte de programas educativos mediante su representación en OA.



Fig. 3. ROATEC

El estudiante se registra y se habilita su acceso al ROATEC. Puede acceder a los OA de dos formas: mediante la selección de la carrera, materia, unidad y tema dispuestos ontológicamente; o bien mediante una consulta del tema de

interés a través de un motor de búsqueda. La Fig. 4 muestra la interfaz de la primera opción.



Fig.4. Consulta de los OA mediante su disposición ontológica

Una vez que el estudiante se encuentra en el tema de interés, se habilita el recorrido o exploración del OA basado en el modelo de la estructura interna propuesta (Ver Fig. 5). Los componentes de la estructura mencionada se encuentran en la parte izquierda de la interfaz y recrean la secuencia didáctica del tema.



Fig. 5. Modelo de la estructura interna del OA

Dicho recorrido está dispuesto para que intuitivamente el estudiante se apegue al orden en que están dispuestos los componentes, sin embargo, es lo suficientemente flexible para que este aproveche el hipertexto y navegue a su conveniencia

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

El alcance del estudio precisó la colocación de los OA referentes a la materia de estructuras de datos en la plataforma ROATEC, como lo muestra la Fig. 6. Su presencia en la plataforma garantiza a los miembros de la comunidad estudiantil y docente la accesibilidad, disponibilidad, y reutilización para los fines instruccionales pertinentes.

Los temas implementados en OA se apegan a la estructura propuesta, que reiteramos contiene elementos suficientes para desarrollar las habilidades de conocimiento, reflexión y crítica del estudiante.



Fig.6. Visualización de los OA en la plataforma ROATEC

Dichos elementos están presentes a lo largo de todo el OA. Particularmente en el componente *Explicación* se observa el texto que apoya el conocimiento, las imágenes ilustrativas que mejoran la comprensión y la animación que favorece la aplicación de la estructura. La figura No. 7 muestra la parte de animación del OA correspondiente a listas dinámicas doblemente enlazadas, que simula las operaciones de insertar y eliminar elementos en la estructura de datos, sujeta al algoritmo preestablecido.

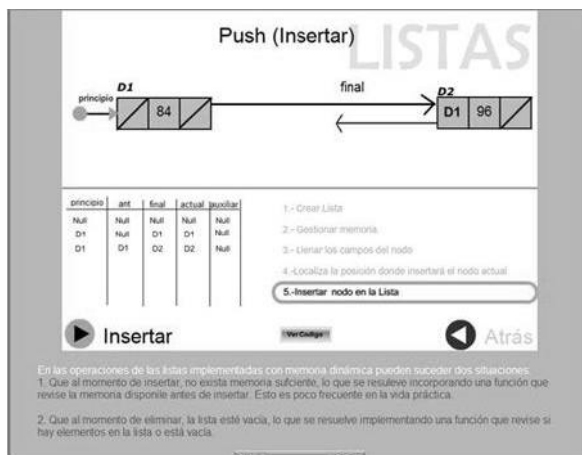


Fig. 6. Animación del OA

### 3. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos y, respondiendo al propósito de este estudio se encontró que:

1. El diseño de la estructura interna del OA es la unidad rectora del proceso de enseñanza aprendizaje que se pretende, porque la forma de ingresar y presentar la información en el OA apoya los estilos de aprendizaje visual, auditivo y kinestésico (Casau7), a través del uso de elementos como la lectura de

texto, el análisis de figuras, imágenes y animaciones, el audio y el desarrollo de actividades complementarias.

2. La disponibilidad del OA en la plataforma de soporte de programas educativos ROATEC, representa un instrumento de apoyo al proceso formativo del estudiante.

Por otro parte, el presente trabajo presenta las siguientes ventajas:

1. Convierte a la unidad de información vista como el componente explicación en la variable rectora de la estructura interna, en tanto que determina la exposición del tema propiciando en el estudiante el desarrollo de las competencias de conocimiento, comprensión y aplicación.
2. Complementa la unidad de información con la unidad didáctica, especificando actividades en las cuales el estudiante ejercita sus competencias de análisis, síntesis y evaluación; a través de la conclusión le proporciona una reflexión del objeto de estudio y la enumeración de las fuentes en el componente bibliografía, actúa como instrumento para ampliar el conocimiento.
3. Permite distinguir entre la caracterización de un recurso digital que modela a un OA, de otros recursos digitales que no tienen el enfoque didáctico y que por lo tanto se conciben únicamente como objetos de conocimiento

Esta investigación se limita a la propuesta de una estructura interna de OA para estructuras de datos lineales, y su ámbito de aplicación es la docencia como soporte al modelo de educación presencial a través de espacios educativos virtuales basados en ROATEC. En dicho ámbito se aplicaron en lo particular a la materia de Estructura de Datos para las carreras de Informática y de Sistemas Computacionales, sin embargo estos resultados pueden extenderse con facilidad al diseño instruccional de otras materias o bien, al resto de asignaturas que componen el plan de estudios de una carrera ofertada por la Institución.

### 3.1 TRABAJO A FUTURO

Para continuar con esta investigación se sugiere lo siguiente: integrar un Sistema de Administración del Aprendizaje basado en Objetos de Aprendizaje. Dicho sistema estará compuesto de un repositorio que permita almacenar y recuperar los OA para su uso y reutilización; una ontología que permita incorporar OA para todas las carreras que se ofertan en la Institución; asimismo incorporar un motor de búsqueda al repositorio. De la misma manera se sugiere valorar los beneficios del estándar Dublin Core como descriptor del metadato para el OA; desarrollar software que mejore la presentación del OA; evaluar el uso del OA en los estudiantes y medir su impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje así como extender la portabilidad de los OA a otras plataformas tecnológicas como teléfonos, ipod, consolas de juego y otros dispositivos similares.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

[1] A. Gómez, "Objetos de aprendizaje como recurso digital de apoyo a la comprensión lectora". ITESM, Monterrey, 2006. Disponible en <http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/doctec/opendoc?cual=7110&archivo=161158&pagina=5261&paginas=5261,2&query=objetos,AND,aprendizaje>

[2] G. Díaz, "Impacto del uso de los objetos de aprendizaje en las ciencias naturales". ITESM Monterrey, 2008. Disponible en <http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/doctec/opendoc?cual=6946&archivo=157053&pagina=5651&paginas=5651,2&query=objetos,AND,aprendizaje>

[3] ROATEC.(2010). Repositorio de Objetos de Aprendizaje para el Soporte de Programas Educativos. Proyecto en desarrollo. Instituto Tecnológico de Colima.

[4] L. Aguirre, and H. Sánchez. Laboratorio de Desarrollo de Software. Recuperado el 29 de Julio de 2009. Disponible en: <http://www.geocities.com/labdessof/>

[5] londonmet (2007). Learning objects and learning design. Disponible en <http://www.londonmet.ac.uk/ltri/research/objects.htm>

[6] MOHAN Permanand, Ben Kei Daniel, A New Distance Education Model for the University of the West Indies: A Learning Objects' Approach. The University of the West Indies, Department of Computer Science University of Saskatchewan, Canada

[7] C. López y F.J. García. "REPOSITARIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE: BIBLIOTECAS PARA COMPARTIR Y REUTILIZAR RECURSOS EN LOS ENTORNOS E-LEARNING". Biblioteca Universitaria., julio-diciembre año/ vol .9 número 002, pp.99-107, 2006

[8] Woodruffe, C. What is meant by a Competency?. Leadership and Organization Development Journal. Vol. 14 (1). P. 27

[9] Dreamweaver. Editor de páginas Web propiedad de Adobe Systems. Disponible en <http://www.adobe.com/es/>

[10] JavaScript. Lenguaje de programación, desarrollado por Netscape. <http://www.javaworld.com/jw-04-1996/jw-04-javascript.html>

[11] Flash. Editor de animaciones y sonido, propiedad de Adobe Systems. Disponible en <http://www.adobe.com/es/>

[12] P. Casau. (2001). Estilos de aprendizaje: Generalidades. CIIDET. Recuperado el 29 de Julio de 2009. Disponible en [http://pcazau.galeon.com/guia\\_esti01.htm](http://pcazau.galeon.com/guia_esti01.htm)

#### CURRICULUM VITAE

Nicandro Farías Mendoza nació en Michoacán, el 21 de enero de 1958. En 2002 se graduó como Doctor en Ciencias en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Su experiencia profesional incluye la administración, la docencia y la investigación en la Universidad de Colima y en el Instituto Tecnológico de Colima. Ha publicado diversos artículos en congresos nacionales e internacionales. Áreas de interés: Ingeniería de Software y modelado y aplicaciones con Agentes Inteligentes.

**Ramona Evelia Chávez Valdez** nació en Colima, el 6 de Marzo de 1970. Se graduó en 1992 como Licenciada en Informática en el Instituto Tecnológico de Colima.

Su experiencia profesional incluye la administración en CIAPACOV y la docencia en el Instituto Tecnológico de Colima. Área de interés: Ingeniería de Software.

---

# V Verano de formación de Jóvenes Investigadores



DGEST-ITC-VFJI2010

**PRIMERA EDICIÓN**

Noviembre 2010

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLIMA**

Av. Tecnológico No. 1, Villa de Álvarez, Colima C.P. 28976, Colonia Liberación

Teléfono: (0052)3123129920 Fax: (0052)3123140683

<http://www.itcolima.edu.mx>

**Derechos Reservados © 2010**

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio,  
sin autorización escrita del autor.

**Impreso en México**