

REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



1. Cómputo de Answer Sets Posibilísticos

13. Uso de algoritmos heurísticos para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos. Un caso de estudio

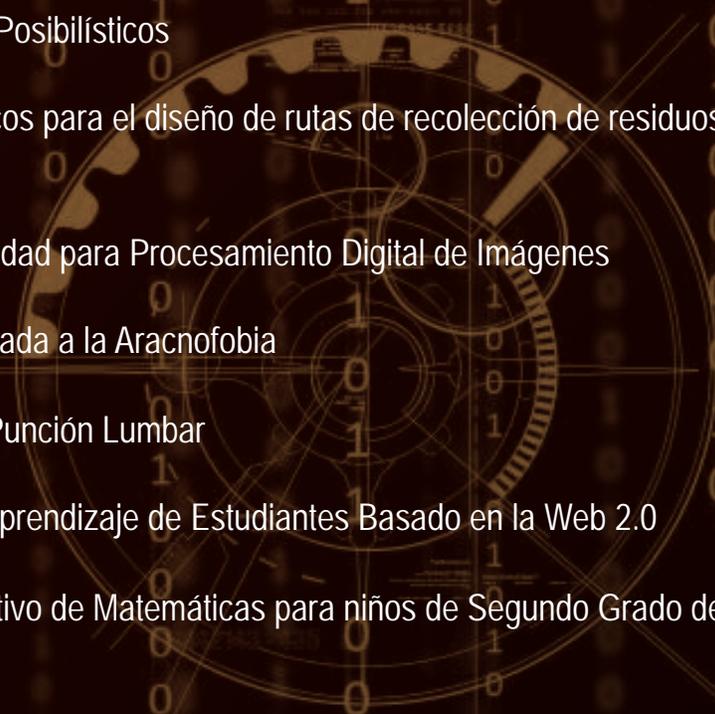
24. Parámetros de Imprevisibilidad para Procesamiento Digital de Imágenes

32. Realidad Aumentada enfocada a la Aracnofobia

40. Objeto de Aprendizaje de Punción Lumbar

48. Sistema de Monitoreo de Aprendizaje de Estudiantes Basado en la Web 2.0

57. DIVEMAT: Software Educativo de Matemáticas para niños de Segundo Grado de Primaria





Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Rubén Reyes Córdoba
Rector

Dr. Luis Armando González Placencia
Secretario Académico

Mtra. María Samantha Viñas Landa
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

Lic. Edilberto Sánchez Delgadillo
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

Mtro. José Antonio Durante Murillo
Secretario Técnico

Mtro. Efraín Ortiz Linares
Secretario Administrativo

Dr. Ernesto Meza Sierra
Secretario de Autorrealización

Mtro. Carlos Santacruz Olmos
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo
Coordinador General de Cuerpos Académicos

Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Patrick Hernández Cuamatzi
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Marlon Luna Sánchez
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

Mtra. Carolina Rocío Sánchez Pérez
Coordinadora de Ingeniería en Computación



Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 6, No. 11, Enero-Junio 2017, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <http://ingenieria.uatx.mx/iztatl-computacion/revistas.html>, iztatl.computacion@gmail.com. Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016-102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 15 de mayo de 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT

Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT

Dr. Carlos Sánchez López, UAT

Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT

Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM

Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP

Dra. Leticia Flores Pulido, UAT

Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT

Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP

M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT

M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT

M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP

M.C. María del Rocio Ochoa Montiel, UAT

M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT

M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

Universidades

BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala

UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla

UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca





Editorial

En la edición número 11 de la Revista Iztatl Computación se presentarán siete proyectos desarrollados en los posgrados de Computación y Electrónica, así como en la carrera de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, todo este trabajo se ve beneficiado por el grupo de revisores con el que cuenta la revista, lo que incrementa la calidad de las investigaciones.

A continuación se presenta un resumen de los artículos que conforman esta edición:

- En el artículo *Cómputo de Answer Sets Posibilísticos*, Carlos Pérez-Corona, Mauricio Osorio y Alberto Portilla introducen los algoritmos para el cómputo de Answer Sets Posibilísticos a partir de un programa lógico posibilístico normal o disyuntivo, permitiendo el modelado de información incierta, incompleta e inconsistente.
- *Uso de algoritmos heurísticos para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos. Un caso de estudio*, es un artículo de Magda Muñoz Pérez, Enrique González Gutiérrez, Francisco Javier Albores Velasco, Imelda Gutiérrez Espinoza, en este trabajo se proporciona el diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos en el municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Para la construcción de dicha ruta se utilizan el modelo del Problema del Agente Viajero, el algoritmo del vecino más próximo y la técnica de mejora 2-opt.
- *Parámetros de Imprevisibilidad para Procesamiento Digital de Imágenes* de los autores Ma. Guadalupe Cervantes Castillo, Leticia Flores Pulido, Alberto Portilla Flores, proponen un modelo arquitectónico de un sistema para abstraer los parámetros de imprevisibilidad de las secuencias pseudoaleatorias en sistemas criptográficos.

- En el artículo *Realidad Aumentada enfocada a la Aracnofobia*, desarrollado por Maribel Cuamatzi Muñoz y Marva Angélica Mora Lumbreras se muestra el desarrollo de una aplicación móvil basado en la plataforma de Android, el cual proporciona una serie de actividades para la visualización de entornos fóbicos mediante Realidad Aumentada.
- *Objeto de Aprendizaje de Punción Lumbar* de Imelda Rojas Flores y Marva Angélica Mora Lumbreras, tiene como finalidad presentar una propuesta de enseñanza mediante la creación de un Objeto de Aprendizaje enfocado a la Punción Lumbar, haciendo uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación.
- El artículo *Sistema de Monitoreo de Aprendizaje de Estudiantes Basado en la Web 2.0* de Mariela Cervantes López y Marva Angélica Mora Lumbreras presenta el análisis de los componentes para el desarrollo de un sistema de seguimiento de actividades realizadas en línea por estudiantes del Sistema de Universidad Abiertas y a Distancia de la UNAM.
- En el artículo *DIVEMAT: Software Educativo de Matemáticas para niños de Segundo Grado de Primaria*, Maribel Carrasco Pérez y Marva Angélica Mora Lumbreras se enfocan en el proyecto DIVEMAT, Software Educativo de Apoyo para niños de Segundo Grado de Primaria, esta basado en el libro de la SEP, contempla secciones teóricas, prácticas interactivas y autoevaluaciones

Esperamos les agrade la onceava edición e invitamos a investigadores y estudiantes del área de computación para que continúen sometiendo sus artículos en esta revista.

Editora Responsable
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras



Índice

1. Cómputo de Answer Sets Posibilísticos
Carlos Pérez-Corona, Mauricio Osorio y Alberto Portilla
13. Uso de algoritmos heurísticos para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos. Un caso de estudio
Magda Muñoz Pérez, Enrique González Gutiérrez, Francisco Javier Albores Velasco, Imelda Gutiérrez Espinoza
24. Parámetros de Imprevisibilidad para Procesamiento Digital de Imágenes
Ma. Guadalupe Cervantes Castillo, Leticia Flores Pulido, Alberto Portilla Flores
32. Realidad Aumentada enfocada a la Aracnofobia
Maribel Cuamatzi Muñoz, Marva Angélica Mora Lumbreras
40. Objeto de Aprendizaje de Punción Lumbar
Imelda Rojas Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras
48. Sistema de Monitoreo de Aprendizaje de Estudiantes Basado en la Web 2.0
Mariela Cervantes López, Marva Angélica Mora Lumbreras
57. DIVEMAT: Software Educativo de Matemáticas para niños de Segundo Grado de Primaria
Maribel Carrasco Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras



Cómputo de Answer Sets Posibilísticos

Carlos Pérez-Corona¹, Mauricio Osorio² y Alberto Portilla¹

¹ Universidad Autónoma de Tlaxcala

Facultad de Ingeniería y Tecnología,

Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México.

{cperezcorona,alberto.portilla}@gmail.com

² Universidad de las Américas - Puebla, *CENTIA*, Sta. Catarina Mártir,

Cholula, Puebla, 72820 México.

osoriomauri@gmail.com

Recibido 25 de Octubre de 2016, Aceptado 15 de Noviembre de 2016,

Versión final 15 de Mayo de 2017

Resumen Este artículo introduce los algoritmos para el cómputo de Answer Sets Posibilísticos a partir de un programa lógico posibilístico normal o disyuntivo, permitiendo el modelado de información incierta, incompleta e inconsistente. Para este propósito, la semántica de la programación lógica disyuntiva posibilística es considerada, propuesta por Nieves, Osorio y Cortés [4]. Ellos demostraron que esta semántica puede ser caracterizada por un operador de punto fijo y que este puede ser computado mediante un algoritmo de resolución considerando una refutación óptima. Presentamos la reducción de un programa lógico y el operador de punto fijo descritos a semejanza de un código de programación C. Discutimos los resultados cualitativos acerca de estas dos funciones.

Abstract This paper introduces the algorithms for computing possibilistic answer sets from a normal or disjunctive possibilistic logic program, allowing the modeling of uncertainty, incomplete and inconsistent information. For this purpose, the semantics for possibilistic disjunctive logic programs is considered, which is proposed by Nieves, Osorio and Cortés [4]. They proved that this semantics can be characterized by a fixed-point operator and that it can be computed by a resolution algorithm and the consideration of an optimal refutation. We present the reduction of a logic program and the fix-point operator which are described like C programming language. We discuss the qualitative results about this two functions.

Palabras Clave: Programa Lógico Posibilístico, Modelo Estable Posibilístico, Programación de Answer Sets.

Keywords: Possibilistic Logic Program, Possibilistic Stable Model, Answer Set Programming.

1. Introducción

La Programación basada en Answer Sets (ASP) puede ayudarnos a representar problemas dónde la información disponible está incompleta o la solución es altamente compleja. En otro sentido, ASP ha sido capaz de extender conceptos de la lógica como el razonamiento con sentido común o no monotónico, o la representación de la incertidumbre de nuestro conocimiento. En ASP la información es codificada mediante el uso de reglas lógicas y las soluciones obtenidas mediante conjuntos de modelos (Answer Sets), cada modelo es un modelo mínimo de átomos (o literales) conteniendo información verdadera (hechos) y deducciones obtenidas de la aplicación de las reglas. La teoría posibilística de Zadeh [5] ofrece un marco de trabajo para representar estados de ignorancia parcial mediante el uso de un par dual de métricas: posibilidad y necesidad (o incertidumbre). La lógica posibilística manipula la incertidumbre cualitativamente mediante distribuciones posibilísticas para categorizar u ordenar posibles interpretaciones. De esta forma, la lógica posibilística concuerda con la incertidumbre mediante las interpretaciones clásicas (verdad o falso) que pueden ser más o menos ciertas, más o menos posibles. Para capturar la semántica de programas lógicos disyuntivos posibilísticos, la axiomatización de la lógica posibilística y la definición estándar de answer sets fueron considerados en [4], caracterizando la inferencia de la lógica posibilística mediante una regla de resolución posibilística. La representación de la incertidumbre se ataca desde dos enfoques: cualitativo al expresar nociones como “normalmente”, “es probable que”, “es posible que” y cuantitativo a través de la deducción de la fuerza de una conclusión soportada por la fuerza de su argumentación más débil, el requisito es que las expresiones cualitativas sean consideradas como un conjunto ordenado de acuerdo al grado de incertidumbre. A partir de ahí, se propone un algoritmo para el cómputo de answer sets posibilísticos a partir de un programa lógico disyuntivo posibilístico. El problema por lo pronto es que no existe una herramienta que considere la incertidumbre con respecto a la semántica propuesta en la lógica disyuntiva, sin considerar un razonamiento posibilístico o la programación lógica posibilística, sólo existen algoritmos propuestos [3][4] que sugieren utilizar *grounders* y *solvers* existentes pa-

ra obtener modelos estables, los cuales a su vez, son las entradas a dichos algoritmos para calcular los modelos estables posibilísticos.

2. Antecedentes

2.1. Sintaxis de programas disyuntivos posibilísticos

En [4] una cláusula disyuntiva extendida C , es denotada por: $a_1 \vee \dots \vee a_m \leftarrow a_{m+1}, \dots, a_j, \text{not } a_{j+1}, \dots, \text{not } a_n$, en donde $m \geq 0$, $n \geq 0$, $m + n > 0$, cada a_i es un átomo. Cuando $n = 0$ y $m > 0$ la cláusula es una abreviación de: $a_1 \vee \dots \vee a_m \leftarrow$ las clausulas de estas formas son algunas veces escritas como $a_1 \vee \dots \vee a_m$. Cuando $m = 0$ la cláusula es una abreviación de: $\leftarrow a_1, \dots, a_j, \text{not } a_{j+1}, \dots, \text{not } a_n$, estas cláusulas son conocidas como *restricciones*. Un programa disyuntivo extendido P es un conjunto finito de cláusulas disyuntivas extendidas.

En algunas ocasiones una cláusula disyuntiva extendida C es denotada por $\mathcal{A} \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$, donde \mathcal{A} contiene todas las cabezas de literales, \mathcal{B}^+ contiene todas las literales positivas del cuerpo y \mathcal{B}^- contiene todas las literales negativas del cuerpo. Cuando $\mathcal{B}^- = \emptyset$, la cláusula es llamada cláusula disyuntiva positiva. Un conjunto de cláusulas disyuntivas positivas es llamado un programa lógico disyuntivo positivo.

Un *átomo posibilístico* es un par $p = (a, q) \in \mathcal{A} \times \mathcal{Q}$, en el que \mathcal{A} es un conjunto finito de átomos y (\mathcal{Q}, \leq) es un lattice. La proyección $*$ a un átomo posibilístico p está definida por: $p^* = a$. También dado un conjunto de átomos posibilísticos S , $*$ sobre S esta definido como: $S^* = \{p^* | p \in S\}$. Sea (\mathcal{Q}, \leq) un lattice, entonces una cláusula disyuntiva posibilística R es de la forma: $\alpha : \mathcal{A} \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$ En la que $\alpha \in \mathcal{Q}$ y $\mathcal{A} \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$ es una cláusula disyuntiva extendida. La proyección $*$ para una cláusula posibilística es $R^* = \mathcal{A} \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$. Por otro lado, la proyección n para una cláusula posibilística es $n(R) = \alpha$. Esta proyección denota el grado de necesidad capturada por el nivel de certeza de la información descrita por R . Una restricción posibilística C es de la forma: $\top_{\mathcal{Q}} : \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$, en donde $\top_{\mathcal{Q}}$ es la parte superior del lattice (\mathcal{Q}, \leq) y $\leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$ es una restricción. La proyección $*$ para una restricción posibilística C es: $C^* = \leftarrow \mathcal{B}^+, \text{not } \mathcal{B}^-$. La restricción posibilística tiene la parte superior del lattice (\mathcal{Q}, \leq) como un valor de incertidumbre. Sin embargo, el usuario puede definir restricciones posibilísticas con diferente nivel de certeza.

2.2. Semántica de programas disyuntivos posibilísticos

Similar a la definición de la semántica de Answer Set, la semántica de answer set posibilístico está definida en términos de una reducción sintáctica [4].

Definición 1 (Reducción P_M) Sea $P = \langle (\mathcal{Q}, \leq), N \rangle$ un programa lógico disyuntivo posibilístico, M un conjunto de átomos. P reducido por M es el programa lógico disyuntivo posibilístico positivo.

$$P_M := \{(n(r) : \mathcal{A} \cap M \leftarrow \mathcal{B}^+) | r \in N, \mathcal{A} \cap M \neq \emptyset, \mathcal{B}^- \cap M = \emptyset, \mathcal{B}^+ \subseteq M\}$$

en donde r^* tiene la forma $\mathcal{A} \leftarrow \mathcal{B}^+$, not \mathcal{B}^- .

Cabe notar que $(P^*)_M$ no es exactamente igual a la reducción de Gelfond-Lifschitz [2]. Por ejemplo, considérense los siguientes programas:

P	$P_{\{c,b\}}$	$(P^*)^{\{c,b\}}$
$\alpha_1 : a \vee b.$	$\alpha_1 : b.$	$a \vee b.$
$\alpha_2 : c \leftarrow \text{not } a.$	$\alpha_2 : c.$	$c.$
$\alpha_3 : c \leftarrow \text{not } b.$		

El programa $P_{\{c,b\}}$ es obtenido de P y $\{c, b\}$ aplicando la definición 1 y el programa $(P^*)^{\{c,b\}}$ es obtenido de P^* and $\{c, b\}$ aplicando la reducción de Gelfond-Lifschitz. Puede observarse que la reducción de la definición 1 remueve de la cabeza de la cláusula disyuntiva posibilística cualquier átomo que no pertenezca a M . Cabe mencionar que la reducción $(P^*)_M$ también tiene un efecto diferente de la reducción de Gelfond-Lifschitz en la clase de programas normales. Esta diferencia es ilustrada en los siguientes programas:

P	$P_{\{a\}}$	$(P^*)^{\{a\}}$
$\alpha_1 : a \leftarrow \text{not } b.$	$\alpha_1 : a.$	$a.$
$\alpha_2 : a \leftarrow b.$		$a \leftarrow b.$
$\alpha_3 : b \leftarrow c.$		$b \leftarrow c.$

2.3. Computabilidad de la semántica de answer sets posibilísticos

Para probar que la semántica de answer set es computable, [4] muestra un algoritmo para calcular los answer sets posibilísticos considerando una regla de resolución posibilística inducida de [1].

$$(R) (c_1 \alpha_1)(c_2 \alpha_2) \vdash (R(c_1, c_2) \mathcal{GLB}(\{\alpha_1, \alpha_2\}))$$

En donde $R(c_1, c_2)$ es el resolvente de c_1 y c_2 tal que c_1 y c_2 son disyunciones de literales. Para transformar un programa lógico disyuntivo posibilístico P en un conjunto de disyunciones posibilísticas se utiliza \mathcal{C} de la siguiente forma:

$$\mathcal{C} := \bigcup \{ (a_1 \vee \dots \vee a_m \vee \sim a_{m+1} \vee \dots \vee \sim a_j \vee a_{j+1} \vee \dots, a_n \alpha) \mid (\alpha : a_1 \vee \dots \vee a_m \leftarrow a_{m+1}, \dots, a_j, \text{not } a_{j+1}, \dots, \text{not } a_n) \in P \}$$

Considérese el siguiente ejemplo:

Ejemplo 1 Sea $P := \langle (\mathcal{Q}, \leq), N \rangle$ un programa posibilístico tal que $\mathcal{Q} := \{0, 0,1, \dots, 0,9, 1\}$, \leq es la relación estándar entre números racionales y N los siguientes conjuntos de cláusulas posibilísticas:

$$\begin{aligned} 0,7 : a \vee b &\leftarrow \text{not } c. \\ 0,6 : c &\leftarrow \text{not } a, \text{not } b. \\ 0,8 : a &\leftarrow b. \\ 0,9 : e &\leftarrow b. \\ 0,6 : b &\leftarrow a. \\ 0,5 : b &\leftarrow a. \end{aligned}$$

Los dos answer sets de P^* son: $S_1 := \{a, b, e\}$ and $S_2 := \{c\}$. Considerando S_1 , puede uno ver que P_{S_1} es:

$$\begin{aligned} 0,7 : a \vee b. \\ 0,8 : a &\leftarrow b. \\ 0,9 : e &\leftarrow b. \\ 0,6 : b &\leftarrow a. \\ 0,5 : b &\leftarrow a. \end{aligned}$$

Entonces $\mathcal{C} := \{(a \vee b \ 0,7), (a \vee \sim b \ 0,8), (e \vee \sim b \ 0,9), (b \vee \sim a \ 0,6), (b \vee \sim a \ 0,5)\}$. Para inferir el valor de necesidad del átomo a se agrega $(\sim a \ 1)$ a \mathcal{C} y aplicando una búsqueda para encontrar refutaciones. La figura 1 muestra tres refutaciones, sin embargo la refutación óptima es $(\square \ 0,7)$. De la misma forma se procede para los átomos b y e , que después de la resolución y refutación óptima se obtiene el conjunto de answer set posibilístico del programa P : $\{(a, 0,7), (b, 0,6), (e, 0,6)\}$. Posterior a esto, se procede con P_{S_2} .

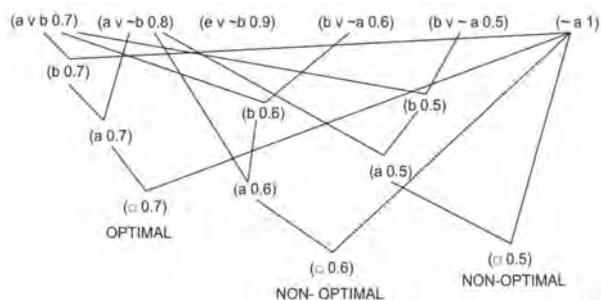


Figura 1. Resolución posibilística: Búsqueda de una *refutación óptima* para el átomo *a*.

3. Diseño e Implementación de Algoritmos

Esta sección describe los componentes requeridos para obtener los answer sets posibilísticos (o modelos posibilísticos) a partir de un programa lógico posibilístico. La Figura 2 muestra al programa lógico (normal o disyuntivo) posibilístico P como entrada al módulo *grdlp2possdlp* (contracción de grounding of disjunctive logic program to possibilistic disjunctive logic program). Un programa lógico, en general, contiene variables por lo que deben encontrarse sus instancias (*grounding*) a través de herramientas como *gringo* que está encapsulado en dicho módulo. Por otro lado, una dificultad importante es asociar correctamente los grados de certeza a las reglas instanciadas, para ello, una forma de codificar un programa lógico posibilístico es a través del uso de la directiva *#external* utilizada para declarar átomos no sujetos a simplificaciones durante un proceso de grounding; así, *poss* no podría ser removido del cuerpo de una regla (ver Tabla 1).

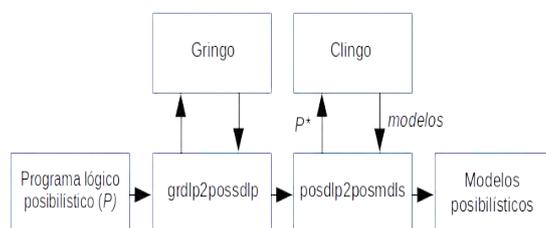


Figura 2. Proceso para la obtención de Answer Sets Posibilísticos.

Tabla 1. Entrada y salida de *grdlp2possdlp*

programa P con #external	grounding de P	salida de <i>grdlp2possdlp</i>
cert(100;80;50). #external poss(X):cert(X). a(1):-poss(80). b(1):-poss(100). c(X):-a(X),poss(100). c(X):-b(X),poss(50).	cert(100). cert(80). cert(50). #external poss(100). #external poss(80). #external poss(50). a(1):-poss(80). b(1):-poss(100). c(1):-poss(100),a(1). c(1):-poss(50),b(1).	80: a(1). 100: b(1). 100: c(1):-a(1). 50: c(1):-b(1).

Puede observarse que la semántica propuesta por [3] y [4] no cambia. La salida de *grdlp2possdlp* pasa como entrada al módulo *posdlp2posmdls* que a su vez tiene dos funciones importantes: la reducción de P^* y una función de punto fijo, esta última determina los grados de certeza de cada átomo a partir de la primera función y los modelos (Answer Sets o modelos de P^*) que devuelve *clingo* que se encuentra incrustado en dicho módulo. Así, los modelos posibilísticos del ejemplo de la tabla 1 son: $\{80,00a(1), 100,00b(1), 80,00c(1)\}$. El proceso descrito visto desde una terminal de comandos tomaría la siguiente sintaxis:

```
cperez@cperez : ./grdlp2possdlp P.pnl | ./posdlp2posmodls
```

3.1. Estructura y Algoritmos

Una estructura para representar un programa lógico (normal o disyuntivo) se muestra en la Figura 3, puede observarse una lista de reglas, de tipo struct Rule, el campo alpha guarda el coeficiente de certeza de cada regla. De cada nodo struct Rule se origina una lista para la cabeza de la regla (struct Head) y la lista para el cuerpo de la regla (struct Body). Si la lista del cuerpo de la regla es Nulo y la cabeza apunta a algún nodo, esa regla es un Hecho. Si las listas del cuerpo y la cabeza son diferentes de Nulo, se trata de una regla. Y si la lista de la cabeza es Nulo y la lista del cuerpo de la regla es diferente de Nulo, entonces se trata de una restricción.

La estructura de datos y los algoritmos de reducción y de punto fijo de un programa lógico posibilístico P^* se muestran a continuación.

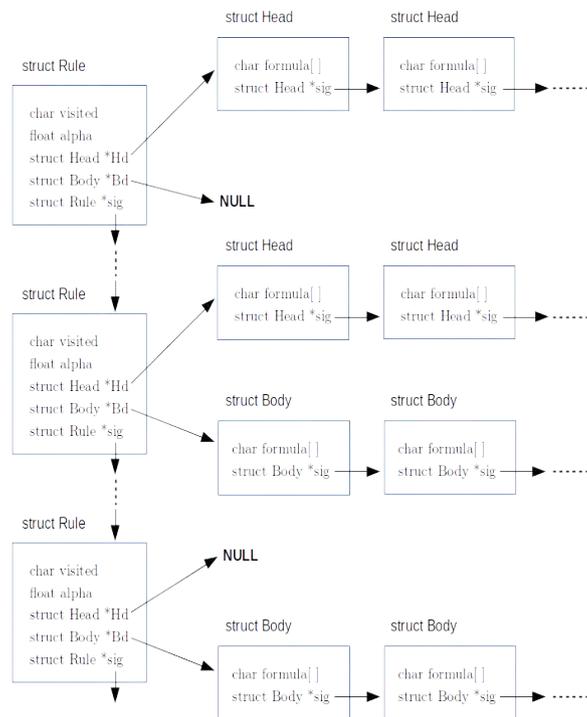


Figura 3. Estructura de datos para representar un programa lógico possibilístico.

3.2. Reducción de P^*

```

1 // reducción devuelve un apuntador (root) al inicio
2 // de un programa lógico possibilístico (P) reducido
3 struct Rule * reduccion(struct Rule *root, char *S){
4
5     frente=tras=root; //frente y tras apunta a la primera regla
6                         //de un programa lógico possibilístico (P)
7     while(frente){ //ciclo que recorre cada regla de (P)
8
9         /****** Analiza el head de la regla***** */
10        if(frente->head && !frente->body){ //si existe head y no body
11                                           //(es un hecho)
12            fh=frente->head; //fh apunta al frente del head de la regla
13            while(fh){ //recorre cada átomo del head
14                if("s" no existe en fh->formula) free(fh->formula);
15                fh=fh->sig; //siguiente nodo del head
16            }
17        }
18        /****** Analiza el body de la regla***** */
19        if(frente->head && frente->body){ //si existe head y body
20                                         //(es una regla)
21            fb=frente->body; //fb apunta al frente del body de la regla
22            while(fb){ //recorre cada átomo del body

```

```

23     if("not_s" existe en fb->formula && "s" existe en "S")
24         free(frente); //borra la regla
25     else if("not_s" en fb->formula && "s" no existe en "S")
26         free(fb->formula); //borra "not s"
27         else if("s" existe en fb->formula &&
28             "s" no existe en "S")
29             free(frente); //borra regla (Nieves et al)
30         fb=fb->sig; //siguiente nodo del body
31     }
32 }
33 frente=frente->sig; //siguiente regla del programa (p)
34 }
35 return root; //retorna apuntador al programa lógico (P) reducido
36 }

```

3.3. Operador de punto fijo

```

1 // fix_point esta compuesto por dos subprogramas principales:
2 // 1) obtener_hechos, primeros átomos de S.
3 // 2) bodyR_in_S, prueba la satisfacción de las reglas con
4 // respecto a S y actualiza S.
5 struct Set * fix_point(struct Rule *root){
6
7     fset=tset=NULL; //frente y tras de una lista de átomos S
8     struct Set * obtiene_hechos(struct Rule *root){
9         frule=root; //frule apunta a primera regla de P
10        while(frule){ //mientras existan reglas en P
11            if(frule->head && !frule->body){ // es un hecho
12                fh=frule->head;
13                strcpy(new_set->formula, fh->formula);
14                if(!fset && !tset) //crea primer nodo de la lista S
15                    fset=tset=new_set;
16                else{ //crea siguientes nodos de lista S
17                    tset->sig = new_set;
18                    tset = new_set;
19                }
20            }
21
22            frule=frule->sig; //siguiente regla de (P)
23        }
24        return fset; //retorna hechos o fix({})
25    }
26
27    float bodyR_in_S(struct Rule *R, struct Set *S1){
28
29        if(fb = R->Bd) //Si existe body (Bd) en la regla (R)
30            nb=length_body(fb); //nb es el número de átomos en
31                // el cuerpo de la regla
32        else return 0; //sino retorna cero
33        menor=R->alpha; //menor es la certeza de la regla
34        ns=0; //ns cuenta los átomos (en el cuerpo de la regla)
35            // que ocurren en S
36        while(fb){ //mientras existan átomos en el cuerpo de (R)
37            fs = S1; //fs apunta al principio de S

```

```

38     while(fs){ //mientras existan átomos en S
39         if(!strcmp(fb->formula, fs->formula)){ //iguales?
40             ns++;
41             if(fs->alpha < menor) //se actualiza el
42                 menor=fs->alpha; //factor de certeza si
43             } //es necesario min(body)
44
45             fs=fs->sig; //siguiente átomo en S
46         }
47         fb=fb->sig; //siguiente átomo en body de (R)
48     }
49     //si nb==ns entonces el cuerpo de la regla (R)
50     return (nb==ns) ? menor : 0.0; // se cumple y la función
51                                     // devuelve el factor
52                                     // de menor certeza.
53 }
54
55 /***** main de fixpoint() *****/
56 S=fs=tS=NULL; //S es una lista de átomos posibilísticos,
57             //fS apunta al frente de s y
58             //tS apunta a tras de S
59 S=obtiene_hechos(root); //S=fix({})
60 regla=root; //regla apunta al inicio del programa lógico (P)
61 while(regla){ //mientras existan reglas
62     if(menor=bodyR_in_S(regla,S){ //si se cumple el cuerpo de la
63                                     //regla con respecto al conjunto
64                                     //de átomos S entonces:
65
66         tS=insert_Hd_in_S(regla,S,tS,menor); //insertar cabeza de
67                                             //la regla (regla->alpha,
68                                             //(regla->Hd)->formula)
69                                             //en S y actualiza cert(s)
70                                             // si regla->alpha > cert(s)
71         regla->visitado='1'; //regla visitada, control de búsqueda
72     }
73     regla=regla->sig; //siguiente regla
74 }
75
76 return S; //retorna el conjunto de átomos posibilístico S
77 }

```

4. Pruebas y Resultados

En la Tabla 1 se consideró un programa lógico normal posibilístico, en esta sección se consideran ejemplos de programas lógicos disyuntivos posibilísticos.

Ejemplo 2 Sea P_1 un programa lógico disyuntivo posibilístico con una variable:

```

certainty(100;50;25).
valor(10).
#external val(X):valor(X).
#external poss(P):certainty(P).
a(X) ; b(X) :- val(X),poss(100).
c(X):-not a(X),val(X),poss(50).
c(X):-not b(X),val(X),poss(25).
    
```

El grounding correspondiente, los answer sets (de P^*), el programa reducido (con respecto S^* y la definición 1), y los modelos posibilísticos de P son:

Grounding de P_1	Answer Set S^*	Reducción de P_1	Modelos posibilísticos
50.00 :c(10):-not a(10) 25.00 :c(10):-not b(10) 100.00 :b(10) ; a(10)	c(10) b(10)	50.00 :c(10) 100.00 :b(10)	50.00 c(10) 100.00 b(10)
50.00 :c(10):-not a(10) 25.00 :c(10):-not b(10) 100.00 :b(10) ; a(10)	c(10) a(10)	25.00 :c(10) 100.00 :a(10)	25.00 c(10) 100.00 a(10)

Ejemplo 3 Sea P_2 un programa lógico disyuntivo posibilístico con una variable:

```

certainty(100;50;25).
valor(10).
#external val(X):valor(X).
#external poss(P):certainty(P).

a(X):- not b(X),val(X),poss(100).
a(X):- b(X),val(X),poss(50).
b(X):- c(X),val(X),poss(25).
    
```

Grounding de P_2	Answer Set S^*	Reducción de P_2	Modelos Posibilísticos
100.00 :a(10)	a(10)	100.00 :a(10)	100.00 a(10)

Este ejemplo desplegará la siguiente advertencia:
info : atom does not occur in any rule head : c(X)
 sin embargo, debido a la definición 1 de P_M este caso es resuelto.

Puede observarse de los ejemplos 2 y 3 que los programas reducidos son exactamente los answer sets de S^* y los answer sets posibilísticos de S .

5. Conclusiones

Al momento de la redacción de este artículo se tiene implementada una primera versión de dos módulos que pueden determinar los Answer Sets Posibilísticos a partir de un Programa Lógico Posibilístico basado en dos marcos teóricos principales: Nicolas Pascal [3] y Carlos Nieves [4], el primero abarcando programas lógicos normales y el segundo a los programas lógicos disyuntivos. El módulo *grdlp2posdlp* resuelve el problema de instanciación de variables mediante gringo y manteniendo los coeficientes de certidumbre con la directiva *#external*, todo ello sin cambiar la semántica definida en [3] y [4]. En el módulo *posdlp2posmodls* esta implementada la definición de reducción de acuerdo a [4], y el operador de punto fijo de acuerdo a [3]. En este último algoritmo se requiere diseñar pruebas con más programas lógicos disyuntivos posibilísticos, encontrar excepciones, si las hubiera, y enriquecer código. En realidad, el próximo esfuerzo se centra en el diseño e implementación del algoritmo de resolución con refutación óptima definido en [4].

Referencias

1. Didier Dubois and Henri Prade. Possibility theory: Qualitative and quantitative aspects. In Philippe Smets, editor, *Quantified Representation of Uncertainty and Imprecision*, volume 1 of *Handbook of Defeasible Reasoning and Uncertainty Management Systems*, pages 169–226. Springer Netherlands, 1998.
2. Michael Gelfond and Vladimir Lifschitz. Classical negation in logic programs and disjunctive databases. *New generation computing*, 9(3-4):365–385, 1991.
3. Pascal Nicolas, Laurent Garcia, Igor Stéphane, and Claire Lefèvre. Possibilistic uncertainty handling for answer set programming. *Ann. Math. Artif. Intell.*, 47(1-2):139–181, 2006.
4. Juan Carlos Nieves, Mauricio Osorio, and Ulises Cortés. Semantics for possibilistic disjunctive programs. In Chitta Baral, Gerhard Brewka, and John Schlipf, editors, *Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning*, volume 4483 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 315–320. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
5. L. A. Zadeh. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1):3–28, 1978.



Uso de algoritmos heurísticos para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos. Un caso de estudio

Magda Muñoz Pérez, Enrique González Gutiérrez, Francisco Javier Albores Velasco, Imelda Gutiérrez Espinoza*

¹ Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{magda.munoz.perez, javier.albores}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

² Universidad Politécnica de Tulancingo, Calle Ingenierías No. 100
Col. Huapalcalco, Tulancingo, C.P. 43629 Hidalgo, México.
{magda.munoz, enrique.gonzalez, imelda.gutierrez}@upt.edu.mx
<http://www.upt.edu.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2017, Aceptado 28 de Febrero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen El manejo de residuos sólidos es una tarea difícil y el diseño de rutas de recolección no lo es menos. Los algoritmos conocidos no siempre resuelven el problema debido a la complejidad del modelo. En este trabajo se proporciona el diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos en el municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Para la construcción de dicha ruta se utilizan el modelo del Problema del Agente Viajero, el algoritmo del vecino más próximo y la técnica de mejora 2-opt, en conjunto con el análisis de la problemática del municipio.

Abstract The solid waste management is a difficult task, so that the route design is not an easy problem to solve, the proposed algorithms do not always solve the problem due to the complexity of the model. This paper provides the design of the solid waste collection route in the municipality of Tulancingo de Bravo, Hidalgo. For the construction of this route the model of the

* Agradecemos los invaluable comentarios del comité revisor que permitieron mejorar significativamente este trabajo

Traveling Agent Problem, the nearest neighbor algorithm and the 2-opt improvement technique, is used, together with the analysis of the problematic of the municipality.

Palabras Clave: Residuos sólidos, optimización combinatoria, problema del agente viajero, algoritmo del vecino más próximo, algoritmo de Lin y Kernighan.

Keywords: Solid waste, combinatorial optimization, traveling salesman problem, nearest neighbor algorithm, Lin and Kernighan algorithm.

1. Introducción

El Problema del Agente Viajero (TSP, Traveling Salesman Problem) es uno de los problemas típicos en Optimización Combinatoria y es considerado difícil de resolver; en lenguaje computacional, es un problema NP- Completo por lo que usualmente se ataca utilizando primeramente algoritmos heurísticos para obtener soluciones factibles en tiempos de ejecución razonablemente pequeños.

El TSP ha sido frecuentemente utilizado como problema de prueba para nuevas estrategias en la solución de otros problemas combinatorios, así como para medir la aplicabilidad de nuevos algoritmos heurísticos. En [3] se proporciona un estudio completo del estado del arte del TSP.

Recientemente se han desarrollado aplicaciones importantes del TSP, lo que ha llevado a la creación de nuevas líneas de investigación, como por ejemplo, el desarrollo de un nuevo operador de mutación para resolver el TSP con ayuda de Algoritmos Genéticos. En [1] y [5] se resuelven problemas de TSP aplicando algoritmos de optimización de colonia de hormigas, el estudio propone un nuevo algoritmo híbrido denominado Sistema de Hormigas Genéticas Cooperativas.

En la práctica es común utilizar alguna técnica heurística que proporcione un ciclo Hamiltoniano para, posteriormente, aplicar alguna técnica que mejore la solución.

El algoritmo del vecino más próximo es una heurística diseñada para resolver el TSP, que proporciona una solución que es un ciclo Hamiltoniano; este método no asegura hallar una solución óptima, sin embargo, suele proporcionar buenas soluciones y tiene un tiempo de cálculo muy eficiente [10].

Existen técnicas de mejora de las soluciones, como las técnicas 2-opt, 3-opt [8] que son métodos eficientes y de rápida convergencia, debido a la selección y reconexión de nodos que dependen de información geométrica

de sus nodos vecinos y de los puntos de conexión entre otros nodos de la red.

El TSP se puede emplear en cualquier situación que requiera seleccionar nodos en cierto orden que reduzca los costos por ejemplo, el reparto de productos, transporte, robótica, problemas de fabricación, turismo y agencias de viajes, horarios de transportes laborales o escolares, inspecciones a sitios remotos [4].

El TSP es un caso particular del problema de rutas de vehículos, en el que se trata de establecer las rutas óptimas de una flota de transporte para dar servicio a sus clientes. En particular, puede ser usado para la recolección de residuos sólidos urbanos, que representan un impacto importante en el medio ambiente, en la salud pública y en los costos de su transporte.

En [2] se utiliza un método no paramétrico basado en la eficiencia para identificar los factores de rendimiento de los servicios de recogida de residuos en 40 municipios de la provincia de Verona, Italia.

En [9] se presenta un Algoritmo de Búsqueda hacia atrás, modificado en modelos de problemas de enrutamiento de vehículos capacitados, con el concepto de compartimiento inteligente para encontrar las soluciones optimizadas para la ruta de recolección de residuos. La función objetivo minimiza la suma de las distancias de la ruta de recogida de residuos. El estudio introduce el concepto de nivel umbral de residuos de los contenedores de basura para reducir el número de contenedores que deben vaciarse encontrando un rango óptimo, minimizando así la distancia.

En el presente trabajo se utiliza un modelo de optimización combinatoria para la planificación de las rutas en la recolección de residuos sólidos urbanos en el área de estudio: Municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, utilizando el TSP y las bien conocidas técnicas heurísticas del vecino más próximo [6] y el algoritmo 2-opt [8].

El trabajo se divide de la siguiente manera, en la sección 2 se presenta una descripción del TSP y se proporcionan los algoritmos que se utilizaron en la solución del TSP. La sección 3 describe la situación actual de la recolección de residuos en el área de estudio y , finalmente, se muestran los resultados obtenidos y las conclusiones.

2. Descripción del problema del agente viajero

Este problema puede enunciarse como sigue: un viajante tiene que visitar n ciudades, pasando una y sólo una vez por cada una de ellas, comenzando y finalizando en su propia ciudad. Si se conoce el costo de

ir de una ciudad a otra, el objetivo es determinar el recorrido de costo mínimo.

Sea G un grafo $G = (V, A, C)$ donde V es el conjunto de vértices, A es el de aristas y $C = (c_{ij})$ es la matriz de costos. Esto es, c_{ij} es el costo o distancia de la arista (i, j) . El problema se puede formular mediante un modelo de programación lineal entera con variables binarias, para ello basta considerar las variables x_{ij} que valen 1 si el viajante va de la ciudad i a la j y 0 en otro caso y designando a c_{ij} como el costo de ir de la ciudad i a la j :

$$\begin{aligned} & \text{mín} \sum_{i < j} c_{ij} x_{ij} \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{i < j} x_{ij} + \sum_{j < i} x_{ji} = 2, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{(i,j) \in \partial(S)} x_{ij} \geq 2 \quad \forall S \subseteq \{1, 2, \dots, n\} \quad 3 \leq |S| \leq [n/2] \\ & x_{ij} = 0, 1 \quad \forall i < j, \end{aligned}$$

donde $\partial(S)$ representa el conjunto de aristas incidentes con exactamente un vértice de S .

Las restricciones que aparecen en segundo lugar (vinculadas a casi la mitad de los subconjuntos de vértices de S) reciben el nombre de restricciones de eliminación de subtours y garantizan que la solución sea un tour [10].

2.1. Heurístico del vecino más próximo

Es un método constructivo que trata de construir un ciclo Hamiltoniano de bajo costo basándose en el vértice más cercano a uno dado. Su código, en una versión estándar, es el siguiente [10]:

Algoritmo 1	
Inicialización	Seleccionar un vértice j al azar. Hacer $t = j$ y $W = V \setminus \{j\}$
Mientras ($W \neq \emptyset$)	Tomar $j \in W / c_{tj} = \text{mín}\{c_{ti} / i \in W\}$ Conectar t a j Hacer $W = W \setminus \{j\}$ y $t = j$.

Tabla 1. Algoritmo del vecino más próximo

2.2. Algoritmo 2-opt de Lin y Kernighan

Este algoritmo mejora la solución obtenida por alguna heurística constructiva como la del vecino más próximo. La estrategia se basa en proponer un movimiento compuesto, en donde cada una de las partes consta de un movimiento que no mejora necesariamente, pero el movimiento compuesto sí lo hace. De esta forma, es como si se realizaran varios movimientos simples consecutivos en donde algunos empeoran y otros mejoran el valor de la solución, pero no se pierde el control sobre el proceso de búsqueda ya que el movimiento completo sí que mejora. Además, combina diferentes movimientos simples, lo cual es una estrategia que ha producido muy buenos resultados en los algoritmos de búsqueda local [8] y [10].

A continuación introducimos el Algoritmo de Lin y Kernighan.

Algoritmo 2

Inicialización

Obtener una solución inicial W .

Mientras sea posible hacer

elegir los vértices $(i, i + 1)$ y $(k, k + 1) \in W$ tal que

$c_{i,i+1} + c_{j,j+1} > c_{i,k} + c_{i+1,k+1}$

$W := W \setminus \{(i, i + 1), (k, k + 1)\} \cup \{(i, k), (i + 1, k + 1)\}$

Tabla 2. Algoritmo de Lin y Kernighan

3. Recolección de residuos sólidos

De acuerdo con la información de la Dirección de Limpia del municipio, el manejo de los residuos sólidos urbanos en el área de estudio comprende varias etapas; cada vehículo tiene asignada una zona del área y realiza dos recorridos, uno por la mañana y otro por la tarde. El recorrido se inicia en el *centro de operaciones*, enseguida se dirige a la colonia de la zona fijada, recolecta los residuos de las diferentes calles, descarga en el *tiradero* los residuos y vuelve al *centro de operaciones*.

Existen dos turnos de trabajo:

1. El turno matutino inicia actividades a las 06:25 hrs. y finaliza aproximadamente a las 15:29 hrs.
2. El turno vespertino inicia actividades a las 15:30 hrs. y finaliza a las 00:10 hrs.

Hasta la fecha, el municipio cuenta con una flota de 10 unidades a fin de cubrir la totalidad del área de estudio. Se cuenta con cinco tipos de

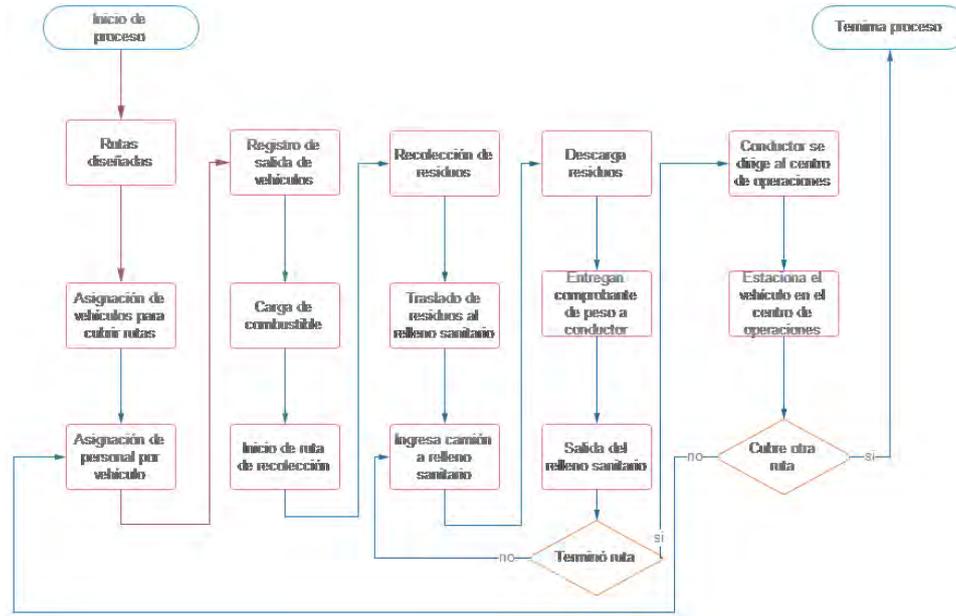


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso actual de recolección.

vehículos, por lo que la capacidad de carga de los vehículos oscila entre 4 y 15 toneladas, como se ilustra en la Tabla 3.

Tipo	Capacidad (Toneladas)	Etiqueta del vehículo	Número de vehículos
1	6.2	1, 12,13	3
2	5.7	15, 17	2
3	5.5	21	1
4	15.5	34, 46	2
5	8	4, 5	2
		Total	10

Tabla 3. Capacidades de la flota de vehículos de recolección.

Actualmente el área de estudio está dividida en zonas irregulares de acuerdo con el crecimiento de la población. La Figura 2, ilustra la distribución actual de zonas de recolección de acuerdo con la información proporcionada.

En particular, la Figura 3 muestra un extracto de la ruta actual de recolección. Como se puede observar, la zona Centro C1, está compuesta por una red de 72 nodos. Actualmente, y de manera particular, el vehículo recorre los nodos 5, 6, 7 13, 26, 27, 10, 11 y 12 hasta tres veces, donde cada nodo representa la intersección de dos o más calles.

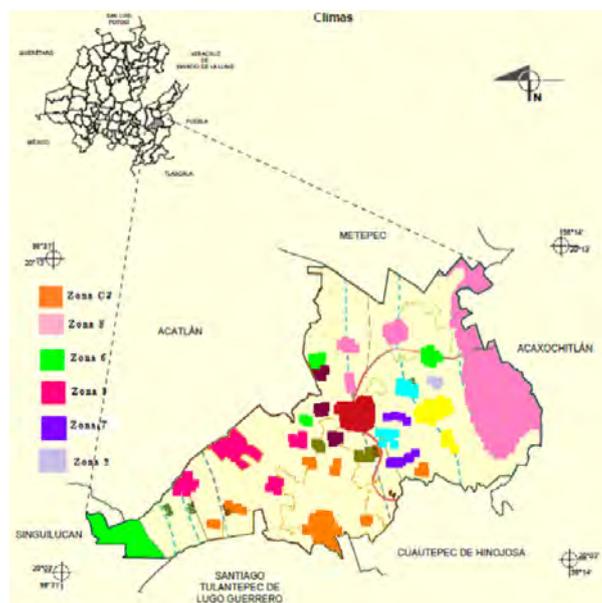


Figura 2. Ubicación geográfica del área de interés.

Una vez ubicadas las zonas de estudio, procedemos a ubicar los contenedores de cada una de las zonas. Para esto, nos apoyamos en los puntos donde actualmente se colectan los residuos que corresponden a las esquinas de cada calle.

Con la ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG), se procede a estimar las distancias por medio de las herramientas de Google Maps. En la Tabla 4, que tiene la forma de una matriz no dirigida, se presenta un extracto de la información de dichas distancias, las cuales se calculan considerando el sentido de las calles, por lo que, en general tendremos que $d(i, j) \neq d(j, i)$.

4. Resultados

La ruta de recolección actual, que consta de 72 puntos de recolección (nodos), para el área de estudio es de, aproximadamente, 83.48 km (obtenida a partir del SIG de Google Maps). El vehículo asignado a esta zona, recorre los nodos de acuerdo a la Figura 3, un extracto se muestra en la Tabla 5.

Con la implementación de los algoritmos 1 y 2 se obtiene una ruta cuya longitud es de, aproximadamente, 39.09 km, y los nodos se recorren como se muestra en la Tabla 6. Nótese, que al ser una ruta más corta, se



Figura 3. Ruta de recolección real que se recorre en la zona centro.

produce un ahorro de recursos de alrededor del 46 %, como se muestra en la Tabla 7. La ruta obtenida se muestra en las Figuras 4, 5 y 6.

1 – 71 – 40 – 41 – 38 – 39 – 59 – 30 – 31 – 13 – 29 – 32 –
33 – 34 – 35 – 36 – 43 – 44 – 45 – 46 – 47 – 48 – 49 – 63 –
64 – 61 – 62 – 9 – 10 – 11 – 12 – 6 – 7 – 57 – 50 – 51 – 56 –
58 – 14 – 60 – 21 – 20 – 19 – 18 – 67 – 68 – 69 – 70 – 55 –
52 – 53 – 54 – 26 – 4 – 5 – 8 – 27 – 28 – 37 – 42 – 65 – 22 –
23 – 24 – 25 – 15 – 16 – 17 – 66 – 2 – 3 – 72 – 1

Tabla 6. Ruta obtenida.

	Distancia (km)	% mejora
Real	84.32	
Propuesta (por el algoritmo)	39.09	46.35

Tabla 7. Contraste de la distancia entre las rutas.

5. Conclusiones

La solución obtenida, es el resultado del análisis de la problemática de recolección de residuos sólidos en el municipio de Tulancingo de Bravo,

	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Nodo 1	0	1190	1361	1448	1634	1729	1847
Nodo 2	2114	0	171	258	444	539	661
Nodo 3	2481	367	0	87	273	368	491
Nodo 4	2683	847	480	0	186	281	412
Nodo 5	2754	640	810	382	0	95	226
Nodo 6	2659	545	715	287	473	0	131
Nodo 7	3423	812	983	555	741	268	0
Nodo 8	3306	1149	1320	844	1030	1125	815
Nodo 9	3154	1040	1256	783	968	495	627
Nodo 10	3099	985	1201	728	914	440	572
Nodo 11	3099	985	1201	728	914	440	572
Nodo 12	2997	882	1098	625	811	338	469

Tabla 4. Matriz de distancias entre nodos (extracto).

1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 -
6 - 7 - 8 - 14 - 27 - 28 - 11 - 12 - 13 - 6 - 7 - 8 -
14 - 27 - 28 - 11 - 12 - 13 - 6 - 7 - 8 - 14 - 15 - 16 -
17 - 18 - 19 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 15 - 16 -
17 - 25 - 60 - 61 - 62 - 36 - 37 - 63 - 64 - 65 - 22 -
...
12 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - 38 - 39 - 71 - 72 - 1

Tabla 5. Ruta de recolección actual (extracto).

Hidalgo, junto con la implementación de heurísticas, cuyo objetivo fue el diseño de una ruta de recolección con bajo coste, que permitirá un ahorro significativo, del 46.35 %, a la gestión municipal actual, como son desgaste de los vehículos recolectores, ahorro en combustible, entre otros.

Hasta el momento las heurísticas utilizadas producen excelentes resultados en tiempos de ejecución que no son elevados, por lo que consideramos que no se requiere un estudio comparativo de tiempos de ejecución.

Como trabajo futuro se implementarán estas herramientas para el análisis de toda la flota de vehículos con que dispone el municipio, y se considerará de forma adicional la capacidad de cada vehículo de la flota.

Referencias

1. Albayrak M., Allahverdi N., *Development a new mutation operator to solve the Traveling Salesman Problem by aid of Genetic Algorithms*, Expert Systems with Applications Journal, 2010.
2. Andrea Guerrini, Pedro Carvalho, Giulia Romano, Rui Cunha Marques, Chiara Leardini, *Assessing efficiency drivers in municipal solid waste collection services through a non-parametric method*, Journal of Cleaner Production, Volume 147, Pages 431-441, ISSN 0959-6526, 2017.
3. D. S. Johnson, L. A. McGeoch., *The traveling salesman problem a case study in local optimization*, E. H. L. Aarts, J. K. Lenstra (Eds.), Local Search in Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons, Chichester, England, pp 215-310, 1997.

4. Fuentes Penna, Alejandro, *Problema del agente viajero*, Boletín científico de la escuela superior de Tlahuelipan, UAEH, No. 3, Vol. 2, ISSN: 2207-49-48, 2014.
5. G. Dong, W. W. Guo, K. Tickle, *Solving the traveling salesman problem using cooperative genetic ant systems*, Expert Systems with Applications Journal, 2011.
6. Junger, M., Reinelt, G. y Rinaldi, G. *The Traveling Salesman Problem*, in Handbook in Operations Research and Management Science, Vol. 7, Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L. y Nemhauser, G.L. (Eds.), North-Holland, Amsterdam, 225-330, 1995.
7. Kris Braekers, Katrien Ramaekers, Inneke Van Nieuwenhuysse. *The vehicle routing problem: State of the art classification and review*. Computer & Industrial Engineering. Vol. 99. Pag 300-313. 2016
8. S. Lin, B. W. Kernighan, *An effective heuristic algorithm for the Traveling-Salesman Problem*, Operations Research, Vol. 21, No. 2, 498-516, 1973.
9. Mahmuda Akhtar, M.A. Hannan, R.A. Begum, Hassan Basri, Edgar Scavino, *Back-tracking search algorithm in CVRP models for efficient solid waste collection and route optimization*, Waste Management, Volume 61, Pages 117-128, ISSN 0956-053X, 2017.
10. Martí, R., *Procedimientos metaheurísticos en optimización combinatoria*. Matematicas, Vol. 1, No 1, P. 3-62, 2003.



Parámetros de Imprevisibilidad para Procesamiento Digital de Imágenes

Ma. Guadalupe Cervantes Castillo, Leticia Flores Pulido, Alberto
Portilla Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{gcervant1,aicitel.flores,alberto.portilla,marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Octubre de 2016, Aceptado 28 de Febrero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen La imprevisibilidad de las secuencias pseudoaleatorias es un parámetro aun no analizado con algún modelo matemático, pero dicha imprevisibilidad es un parámetro que puede asegurar el secreto de una clave y evitar los accesos no permitidos. En este artículo se propone un modelo arquitectónico de un sistema para abstraer los parámetros de imprevisibilidad de las secuencias pseudoaleatorias en sistemas criptográficos. El objetivo de la investigación radica en proponer un algoritmo basado en procesamiento digital de imágenes que permita definir aquellos elementos que influyen de manera determinante en la descryptación invasiva de los datos contenidos en imágenes. Se requiere entonces de un análisis de la imprevisibilidad para determinar cómo evitar los accesos no permitidos a información confidencial que se encuentre contenida en las imágenes.

Abstract Unpredictability of the pseudorandom sequences is a parameter not yet analyzed with a mathematical model. Nevertheless, unpredictability is a parameter that can ensure the secrecy of a key and avoid undesired access. This article proposes an architectural model of a system for abstracting unpredictability of pseudorandom sequences parameters in cryptosystems. The aim of the research lies in offering an algorithm based on digital image processing that will define the elements that influence decisively in invasive decrypting data contained within images where an unpredictability analysis is required

* Gracias a quienes contribuyeron con sus sugerencias para mejorar este artículo

to determine how to avoid undesired access to confidential information within an image.

Palabras Clave: Imprevisibilidad, Criptosistema, Secuencia pseudoaleatoria, Convolución, Encriptación de imágenes.

Keywords: Unpredictability, Cryptosystem, Pseudorandom sequence, Convolution, Image encryption.

1. Introducción

La presente investigación contribuye en el estudio de cómo medir los parámetros de imprevisibilidad de las secuencias pseudoaleatorias en criptosistemas basados en la Teoría del caos que eviten que información contenida en imágenes se vea amenazada en los procesos de transmisión/recepción. Desde nuestro punto de vista no se ha presentado algún formalismo matemático que se utilice para verificar la imprevisibilidad de una secuencia pseudoaleatoria de forma concluyente, pero es posible realizar pruebas estadísticas que aun no siendo definitivas se pueden utilizar para aceptar o rechazar una secuencia pseudoaleatoria. La criptografía es un área de investigación en auge dada la importancia que tiene el aseguramiento de la información que viaja por Internet.

2. Trabajos Relacionados

La generación de claves de encriptamiento ha sido abordada usando diferentes técnicas, como los algoritmos genéticos, modelos caóticos, combinaciones de sistemas de compresión y encriptación, entre otros. En esta sección se presenta el análisis de trabajos en estas áreas.

Los algoritmos genéticos son algoritmos de búsqueda heurística adaptativa que usan mecanismos de evolución biológica como mutación, cruza, selección y herencia. En [3], se propone un algoritmo genético para un sistema de encriptado de llave pública. Éste algoritmo a partir de una población inicial de 192 bits generados aleatoriamente, se calcula un número de cromosomas y un umbral. Aplicando selección y mutación se producen nuevas poblaciones, los cromosomas de la población final son los de mayor valor y los que forman la llave de 192 bits.

En el área de los sistemas caóticos se han utilizado diferentes generadores de claves, siendo el sistema caótico de Lorenz el más utilizado.

En [4], se hace un análisis del atractor caótico de Lorenz del cual se determinaron las propiedades geométricas del ojo del atractor y con la implementación de un receptor intruso, se pudo recuperar el texto claro sin tener conocimiento de los parámetros clave. En [4], se presentan también tres familias de generadores pseudoaleatorios basados en la combinación de la secuencias de salida de varios generadores pseudoaleatorios.

La teoría del caos, también, es de interés en el campo de las comunicaciones inalámbricas, siendo su principal problema la sincronización de los sistemas caóticos, debido a la sensibilidad de las condiciones iniciales. En [5] se propone un esquema basado en una técnica de modulación que sincroniza al transmisor y al receptor. Sus pruebas experimentales por hardware, consistieron en transmitir datos binarios codificados en un formato de datos de 32 bits y enmascarados con señales hipercaóticas. En el receptor se verificó la correcta recuperación de los datos.

La compresión de datos encriptados está siendo investigada ampliamente, debido a la seguridad en entornos orientados al servicio tales como el cómputo en la nube. En [6], se propone un esquema de compresión con pérdida escalable para imágenes encriptadas. El esquema de compresión, asume que la imagen ha sido encriptada con algún método estándar y la idea básica es empaquetar y transmitir una versión muestreada de la imagen encriptada como la capa base, después selectivamente transmitir información del plano de bits con un desplazamiento espacial diferente.

En [7], se presenta un generador de números pseudoaleatorios para claves, cuyo método consiste en la mezcla de capas caóticas producidas desde un vector inicial de entrada. El algoritmo usa combinaciones donde las posiciones son calculadas e indexadas por una función caótica. Se caracterizó y analizó la función caótica utilizada, así como su sensibilidad a las condiciones iniciales y se calculó la distribución de los bits en el vector de entrada.

Todos los trabajos anteriores no presentan análisis de la imprevisibilidad para una secuencia pseudoaleatoria dando oportunidad a ser vulnerada la seguridad. De aquí que se esté incursionando en buscar la forma de calcular parámetros de imprevisibilidad.

3. Descripción de la Aplicación

En la Figura 1, se muestran las tres etapas de una propuesta de solución para la estimación de parámetros de imprevisibilidad para encriptamiento de imágenes digitales. La solución propuesta consta de tres etapas: Etapa de Procesamiento, Etapa de Implementación y Etapa de análisis. La Etapa de Procesamiento de imágenes, tuvo como objetivo

identificar cuál es el mejor modelo de color para combinar imágenes con información adicional y que permitiera recuperar esa información sin pérdidas significantes, también en identificar cuál es el costo computacional que implica. La Etapa de Implementación tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las propiedades que actualmente se miden a las claves tanto de teoría del caos como de encriptado. En la Etapa de Análisis se pretende estimar la imprevisibilidad de la clave de encriptado por medio de un análisis combinatorio. La investigación se encuentra en proceso, por ahora se presentan los resultados de las pruebas realizadas en la Etapa de Procesamiento.

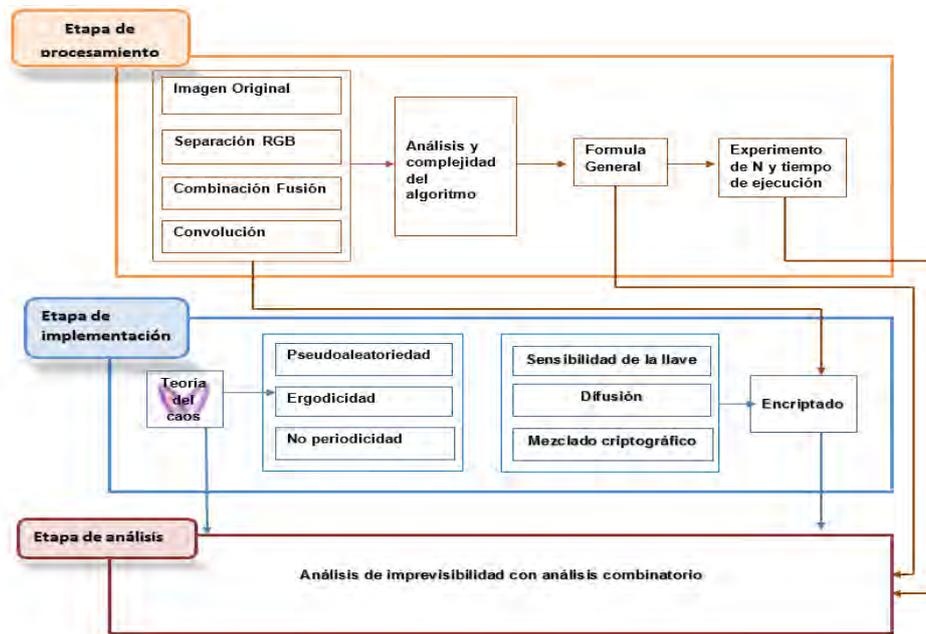


Figura 1. Propuesta de solución para estimar parámetros de imprevisibilidad.

4. Conceptos Básicos

En esta sección se proporciona el fundamento teórico y matemático utilizado en la implementación de la Fase de Procesamiento de la propuesta de solución para Estimar los Parámetros de Imprevisibilidad para Procesamiento Digital de Imágenes.

4.1. Criptografía

El objetivo fundamental de la criptografía es permitir a dos personas comunicarse sobre un canal inseguro de tal forma que un intruso no pueda entender el mensaje. La información que se envía se denomina “texto plano” y puede ser texto, datos numéricos, imágenes o cualquier otra información. El transmisor encripta el texto plano, usando una llave, y envía el texto cifrado a la red y sólo el receptor con la llave de encriptación puede descifrar el texto cifrado y reconstruir el texto plano [8].

4.2. Convolución

El realce espacial es un procesamiento matemático sobre los píxeles de una imagen, con el fin de ayudar a la extracción de información y mejorar la apariencia visual de la imagen. Para esto se usan las máscaras de convolución. La convolución viene dada por la ecuación (1).

$$f(x, y) * g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha, \beta)g(x - \alpha, y - \beta)d\alpha d\beta \quad (1)$$

donde x e y son las coordenadas del pixel. α y β son variables artificiales para el desplazamiento de la matriz de convolución [9].

4.3. Imprevisibilidad

La imprevisibilidad es uno de los requerimientos que una clave debe cumplir para que se considere segura en criptografía. Si se considera una secuencia de ceros y unos un criptoanalista no debería poder predecir el dígito siguiente con una probabilidad mayor de acierto del 0.5 [10]. Existen pruebas estadísticas de aleatoriedad que se aplican a las secuencias binarias que forman una clave para detectarles defectos que puedan poner en riesgo la confidencialidad de la información, en [13] se describen diversa pruebas estadísticas y empíricas, en [4], también se sugieren otras pruebas más, sin embargo, el que una secuencia pseudoaleatoria pase las pruebas no garantiza su condición de aleatoriedad e imprevisibilidad y aunque hay avances todavía no se consideran definitivos.

4.4. Esteganografía

La esteganografía se utiliza para ocultar mensajes secretos en otros mensajes, de tal manera que la existencia del mensaje secreto se oculte a terceras personas. Actualmente se están ocultando mensajes en imágenes reemplazando el bit menos significativo de cada byte de la imagen con los

bits del mensaje. La imagen a transmitir, a simple vista, se observa sin cambios, esto es debido a la gran cantidad de colores que el ojo humano no puede diferenciar [11].

5. Resultados y Pruebas

Esta sección presenta los resultados obtenidos de la Etapa de Procesamiento de la propuesta para abstraer los parámetros de imprevisibilidad, (ver Figura 1). La Etapa de Procesamiento se aplicó a una colección de imágenes y consistió en la aplicación de la técnica de esteganografía, para determinar el modelo de espacio de color y el canal más adecuado para encriptar una imagen. Posteriormente se aplicó un proceso de convolución a las imágenes recuperadas para mejorar la apariencia visual.

5.1. Prueba con el modelo de color YIQ

La prueba consistió en separar las tres matrices que definen el color de una imagen en el modelo de color YIQ, Y (luminancia), I (en-fase) y Q (cuadratura) y después se combinó la imagen portadora con la imagen mensaje para formar la imagen a transmitir. De las pruebas realizadas en la separación por planos se observó que los planos más adecuados para realizar la fusión fueron el plano Y (luminancia) que conserva los mayores detalles visibles y el plano Q (cuadratura) del que no se observan detalles visibles. El resultado se muestra en la Figura 2, en el inciso (a) se puede observar la imagen fusionada que sólo deja ver un poco la silueta de la imagen oculta. La imagen del inciso (b), muestra la imagen recuperada y el inciso (c) muestra la imagen a transmitir en formato RGB, en la que se observa la silueta pero con pocos detalles a simple vista, lo cual hace a este formato un candidato para ser utilizado en el envío de información, oculta.

5.2. Prueba con el modelo de color RGB

Para la prueba haciendo uso del modelo de color RGB, se trabajó a nivel de bits, debido a que los valores que definen las diferentes gamas de colores (rojo, verde y azul) se representan con números enteros de 0 a 255 y hace posible un procesamiento de la imagen con bits.

Debido a que se requiere un byte para representar cada color y una imagen se puede separar en planos de bits, en la Figura 3, se muestra en el inciso (a), el plano rojo de la imagen portadora, y los planos de



Figura 2. Planos de color en el modelo YIQ.

bit en los incisos (b) a (i), como se observa, los bits más significativos contienen la mayor información de la imagen por lo que para formar la imagen a transmitir se fusionaron los bits menos significativos de la imagen portadora con los bits más significativos de la imagen mensaje. En el inciso (j), se muestra la imagen resultante en la que no se ve ningún indicio de la imagen mensaje. En el inciso (k), se muestra la imagen recuperada, sin embargo, la imagen recuperada no es muy nítida y para mejorar el aspecto visual se aplicó un procesamiento de convolución, el inciso (l) muestra el resultado.

6. Conclusiones

En este artículo se presentó una propuesta de solución para la estimación de los parámetros de imprevisibilidad en encriptamiento de imágenes. La imprevisibilidad es un parámetro que puede contribuir en el aseguramiento de información en la transmisión/recepción vía Internet. Se presentaron los resultados de pruebas para determinar el plano y modelo de color más adecuado para enviar datos fusionados en una imagen. El modelo RGB con el plano R fue con el que mejor resultado se obtuvo, debido a la facilidad de manipulación a nivel de bits en el procesamiento de imágenes. El intercambio de información confidencial en Internet crece constantemente por lo que también se requiere más investigación.

Referencias

1. Ch. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, *An Introduction to Information Retrieval*, Cambridge University Press, Cambridge, England; 2009, 544 pp.
2. Generación 2008, PE Computación H.; *Colección de Rostros (UATFIL)*; Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala; Tlaxcala, México, Mayo, 2008.



Figura 3. Planos de bit para el plano Rojo e imagen transmitida y recuperada.

3. Swati, M., Siddharth, B.: *Public Key Cryptography Using Genetic Algorithm*. In: *IJRTE*, 150 (2013)
4. Orue, A.: *Contribución al estudio del criptoanálisis y diseño de los criptosistemas caóticos*. Universidad Politécnica de Madrid, (2013)
5. Sadoudi, S., Camel, T., Mohamed, S., Abbas, D.: *Design and FPGA implementation of a wireless hyperchaotic communication system for secure real-time image transmission*. vol. 2013, pp. 18. *EURASIP* (2013)
6. Xiangui, K., Anjie, P., Xianyu, X., Xiaochun, C.: *Performing scalable lossy compression on pixel encrypted images*. In: *EURASIP*, pp. 6. (2013)
7. Francois, M., Grosjes, T., Barchiesi, D., Erra, R.: *A New Pseudo-Random Number Generator Based on Two Chaotic Maps*. In: *INFORMATICA*. pp. 181-107. (2013)
8. Stinson, D., R.: *Cryptography Theory and Practice. Third Edition*. University of Waterloo. Ontario, Canada. (2003)
9. Forero, V., M., Arias, C., E.: *Estudio del Efecto de las Máscaras de Convolución en Imágenes Mediante el Uso de la Transformada de Fourier*. In: *Revista Ingeniería e Investigación*, No. 48, (2001)
10. Aguillón, M., A., López, V., J.: *Fundamentos de criptografía*. In: *Tutorial en línea*, Facultad de Ingeniería, UNAM. (2012)
11. Schneier B.: *Applied Cryptography, 20th Anniversary Edition*, Wiley. (2015)
12. Cormen, T., H., Leiserson, E., C., Rivest, L., R., Stein, C.: *Introduction to Algorithms: Third Edition*. MIT Press. (2009)
13. Knuth D.: *The Art of Computer Programming: Vol. 2*. Addison Wesley. (1969)



Realidad Aumentada enfocada a la Aracnofobia

Maribel Cuamatzi Muñoz, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{maribel.cuamatzi.mz,marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2017, Aceptado 28 de Febrero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen El presente trabajo muestra el desarrollo de una aplicación móvil basado en la plataforma de Android, el cual proporciona una serie de actividades para la visualización de entornos fóbicos (basado específicamente en la Aracnofobia) mediante Realidad Aumentada, que permita al usuario interactuar con un mundo tridimensional generado a través del móvil. Se ha incorporado la realidad virtual como una alternativa al campo del tratamiento de fobias, por tal motivo el desarrollo de este sistema pretende proporcionar un ambiente virtual, de manera que el usuario pueda percibir emociones, reacciones y pensamientos muy semejantes a los que se darían en una situación real, mediante un dispositivo móvil.

Abstract The current research presents the development of a mobile application based on the Android platform, which provides a series of activities for the visualization of phobic environments (based specifically on Arachnophobia) through Augmented Reality, allowing the user to interact with a three-dimensional world generated through the mobile. Virtual reality has been incorporated as an alternative to the field of phobias treatment, for that reason the development of this system aims to provide a virtual environment, in where the user can perceive emotions, reactions and thoughts very similar to those that would be given in a real situation, by means of a mobile device.

Palabras Clave: Aracnofobia, Realidad Aumentada, Vuforia, Unity, Android

Keywords: Arachnophobia, Augmented Reality, Vuforia, Unity, Android

1. Introducción

Una fobia es la reacción de gran temor hacia algo. De esta manera, el término Aracnofobia se define como la emoción persistente, anormal e injustificada de miedo a las arañas.

Desde la década de los noventa, se ha incorporado la realidad virtual al campo del tratamiento de fobias y otros trastornos psicológicos. Se ha demostrado que la exposición mediante realidad virtual puede ser tanto más efectiva que la exposición tradicional.

Si un entorno virtual puede provocar miedo y activar las estructuras que provocan ansiedad, la exposición mediante Realidad Aumentada puede funcionar como un modo alternativo de inducir exposición. Por tanto, el uso de las nuevas tecnologías proporciona una alternativa para el tratamiento y/o control de las fobias.

En este trabajo se muestra el desarrollo de un sistema basado en la plataforma de Android que proporcione una serie de actividades para la visualización de entornos fóbicos (Aracnofobia) en entornos reales, mediante Realidad Aumentada, que permita al usuario interactuar con un mundo tridimensional generado a través de la aplicación móvil.

2. Trabajos Relacionados

A continuación se presentan cada uno de los trabajos de investigación analizados, para obtener un panorama de los mismos

- PSIOUS es una herramienta que ofrece terapias a pacientes con trastornos ansiedad. La Realidad Virtual permite al paciente interactuar en entornos situados entre la exposición real y la exposición imaginada, para facilitar cualitativamente el flujo terapéutico de la sesión. La plataforma de Psious ofrece los beneficios de la Realidad Virtual de manera rápida y sencilla a través del teléfono móvil y unas gafas de Realidad Virtual, sin necesidad de complejos o costosos equipamientos. Psious es fácil de utilizar y no requiere instalación ni conocimientos técnicos [1]

- Tratamiento de fobias a las cucarachas desarrollado por Carlos Alcarria Izquierdo de la Universidad Politécnica de Valencia, el cual consiste en una herramienta de ayuda para el tratamiento de fobias a las cucarachas bajo la plataforma de Iphone. La librería que se ha utilizado es ARtool-KitPlus y para la representación gráfica tal como son las cucarachas, se ha utilizado OpenGL ES. Para integrar todo ello y realizar la implementación, se ha utilizó el entorno de desarrollo propio de Apple, Xcode, junto con la SDK 3.1.3 para el desarrollo con el móvil iPhone [2]
- Sistema para el control y simulación de entornos entomofóbicos utilizando RA desarrollado por Juan Carlos Cifuentes Alonso de la Universidad de Guayaquil se centra en el uso de la Realidad Aumentada para la implementación de un sistema que permite realizar terapias mediante un computador, simulando un entorno entomofóbico sin necesidad de marcadores impresos, donde el temor que infunden los insectos hacia las personas es denominado entomofobia. Los beneficiarios serán los pacientes con temor hacia los insectos ya que brinda un elevado nivel de seguridad evitando que suceda durante la terapia de forma imprevista algún accidente con un insecto. Además cuenta con módulos para la gestión de pacientes, terapias, reportes, test y de su cuenta [3].

3. Marco Teórico

- **Realidad Aumentada:** La Realidad Aumentada se encarga de estudiar las técnicas que permiten integrar contenido digital con el mundo real. Un sistema de Realidad Aumentada debe cumplir las siguientes características: Combina mundo real y virtual, Interactivo en tiempo real y alineación 3D [4].
- **Vuforia:** Vuforia es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de RA para Android e iOS desarrollada por el departamento de I+D de la empresa Qualcomm en Austria. Una de las principales ventajas de esta plataforma es que se basa en el reconocimiento de marcas naturales, incluyendo objetos 3D, y que existe una extensión para Unity 3D que permite crear escenas virtuales con animaciones y muy completas [5].
- **Unity:** La extensión de Vuforia para Unity permite a los desarrolladores crear fácilmente aplicaciones y juegos en Realidad Aumentada. Unity es una plataforma de desarrollo de juegos 3D y 2D de alta calidad [6].

4. Proyecto Aracnofobia utilizando Realidad Aumentada

El proyecto Aracnofobia utilizando Realidad Aumentada proporciona una serie de actividades para la visualización de entornos fóbicos (basado específicamente en la Aracnofobia) mediante Realidad Aumentada, que permita al usuario interactuar con un mundo tridimensional generado a través de la aplicación móvil.

Las características principales de la aplicación son las siguientes:

- Sistema sobre la plataforma de Android.
- Proporciona información sobre la Aracnofobia.
- Incluye una simulación de Realidad Aumentada de manera que el usuario pueda visualizar una araña y además puede interactuar con ella al rotarla, escalarla, moverla de acuerdo a la necesidades del usuario.
- Muestra una galería fotográfica de los diferentes tipos de arañas con una breve descripción de la misma.
- Proporciona un test el cual incluye una serie de preguntas para medir el grado de temor a las arañas.

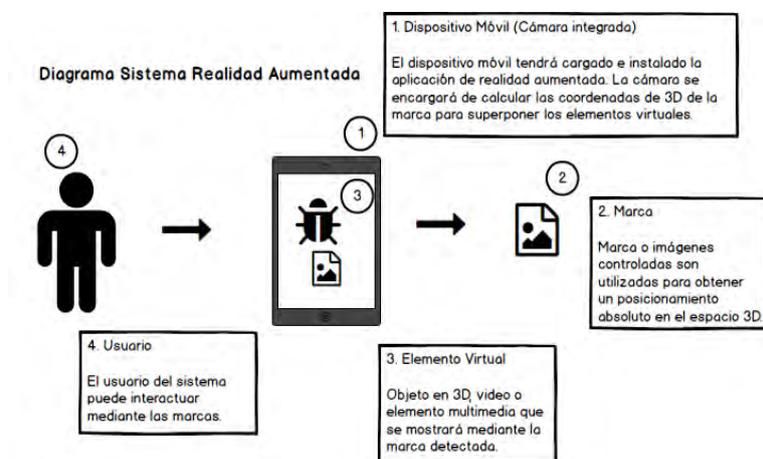


Figura 1. Diagrama de Realidad Aumentada

El diagrama general del proyecto Realidad Aumentada enfocada a la Aracnofobia se muestra en la Figura 2

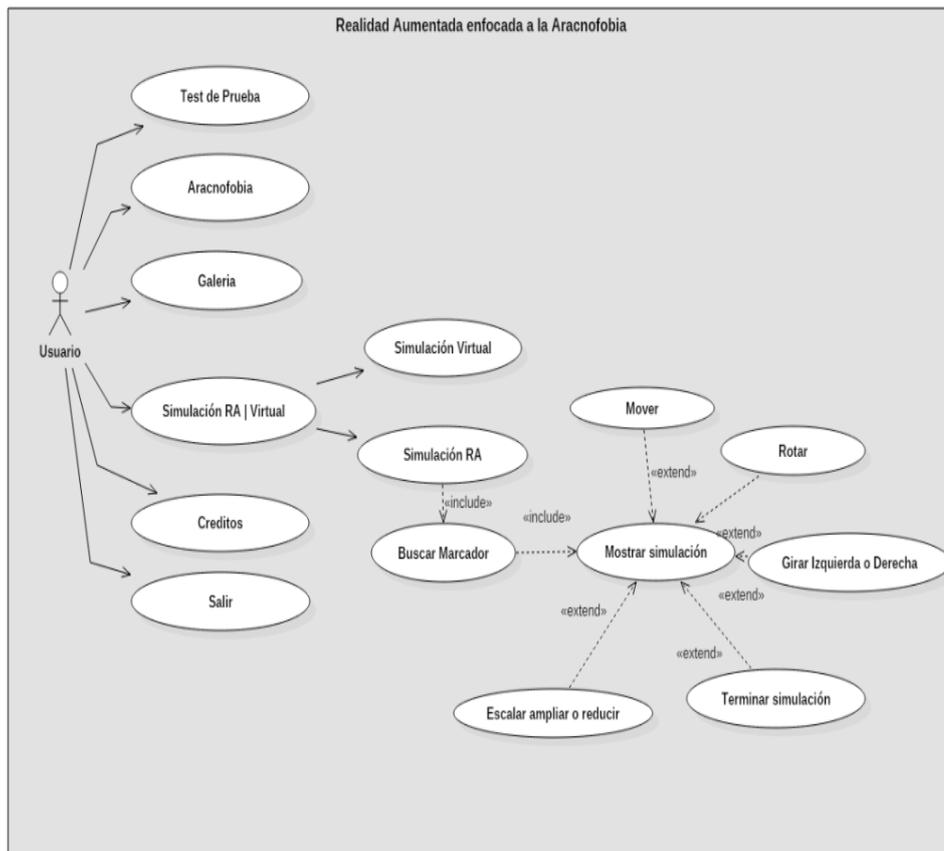


Figura 2. Diagrama Casos de Uso

El sistema está compuesto básicamente por los siguientes módulos:

- a) Menú Principal
- b) Test de Prueba
- c) Aracnofobia
- d) Galería
- e) Simulación
- f) Créditos

Como se ha mencionado, el proyecto contempla diferentes actividades, en la siguiente Figura 4 se muestran 3 actividades representativas del proyecto de Aracnofobia con Realidad Aumentada.



Figura 3. Menú Principal

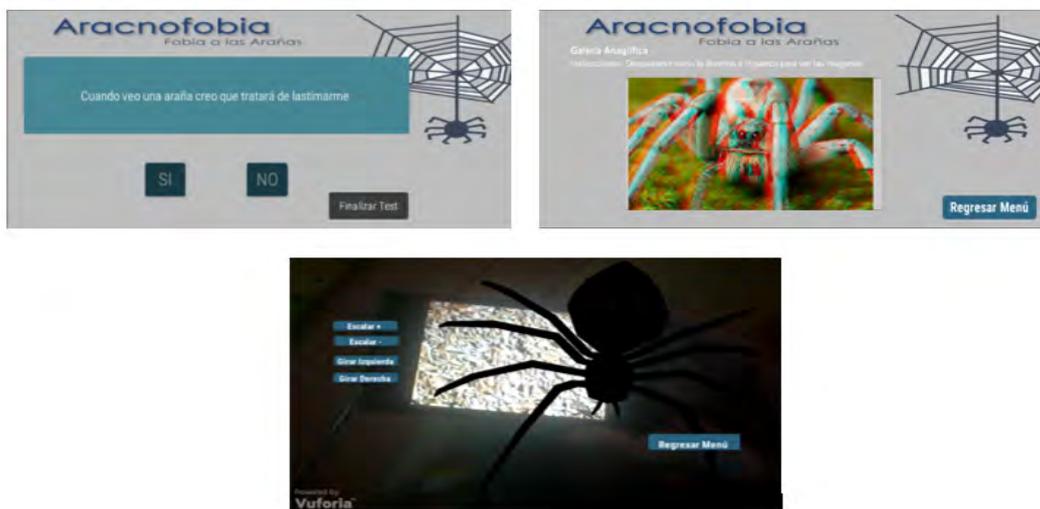


Figura 4. Módulos de la Aplicación

5. Resultados y Pruebas

Las pruebas de la aplicación móvil se sometió a un cuestionario de pruebas de usabilidad, el cuestionario fue aplicado a un total de 20 personas con un rango de edad de 15-50 años y está constituido por 10 preguntas.

1. ¿Fue sencillo instalar la aplicación?
2. ¿Tuvo algún problema con la aplicación?
3. ¿Fue sencillo explorar la aplicación?
4. ¿La interfaz de usuario es fácil de entender?
5. ¿Le fue útil la realización del test de prueba?
6. ¿Fue sencillo explorar las galerías?

7. ¿La información que se muestra en la aplicación es relevante para conocer acerca de la Aracnofobia?
8. En una escala del 1 al 10 califique el rendimiento en su dispositivo móvil.
9. ¿Crees que la aplicación es innovadora en el campo de la Aracnofobia?
10. ¿Recomendarías la aplicación?

En la Figura 5 se muestra los resultados obtenidos.

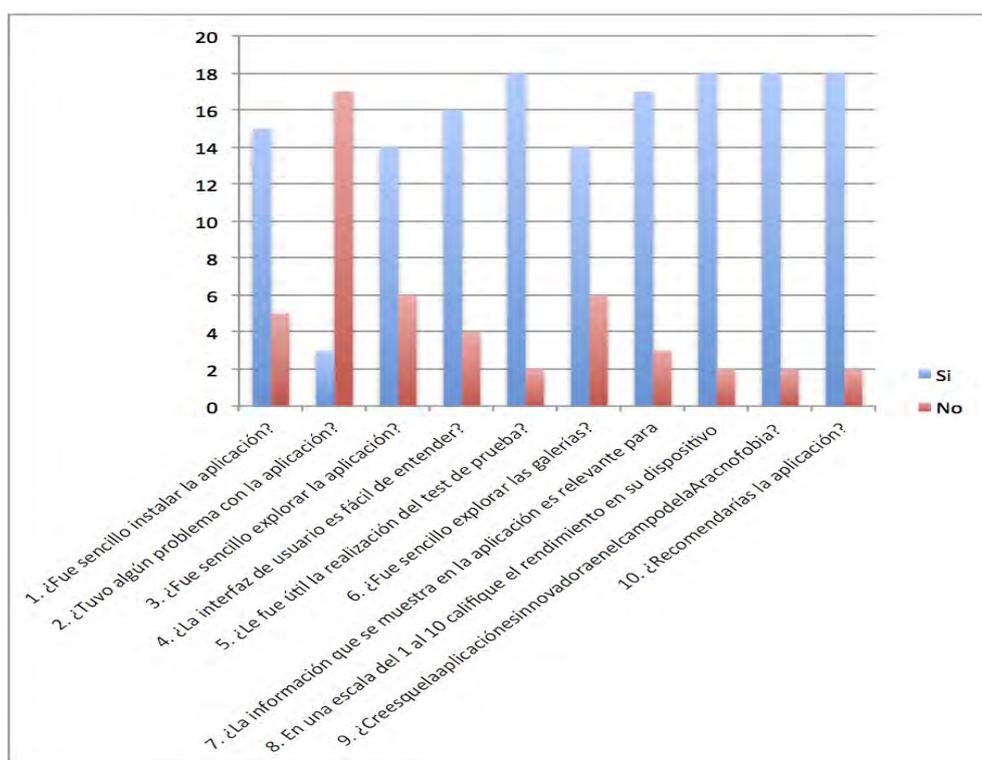


Figura 5. Resultados

Al terminar con la aplicación del cuestionario se puede observar claramente que los resultados de las encuestas sobre la aplicación son satisfactorios y que cumplen en gran parte con los requerimientos de la aplicación. También la aplicación tuvo muy buena aceptación por parte de los usuarios, esto se debe a que la aplicación les pareció innovadora y cumple con las expectativas.

6. Conclusiones

En la actualidad existen gran cantidad de trabajos relacionados con el tema de realidad aumentada, sin embargo se ha notado que en México no se han desarrollado proyectos relacionados con fobias, como se pudo observar en el estado de arte, ya que la mayoría de los trabajos analizados son de Universidades de España. Esta fue una de las razones por las cuales se decidió realizar este proyecto y se eligió a abordar el tema de la Aracnofobia.

La realización de esta aplicación fue complicada, pero de mucho aprendizaje. Los programas utilizados como Unity y Vuforia, son herramientas que cuentan con un material extenso para la creación de aplicaciones entretenidas y atractivas, ya que utilizan tecnología que es llamativa y usable para cualquier tipo de usuarios. El poder visualizar un objeto en vivo, brinda la posibilidad de interactuar con él, sin correr riesgo alguno, como es el caso de las arañas.

Referencias

1. [Psious. (17 de March de 2016). Obtenido de Psious: <https://www.psious.com/es>
2. Izquierdo, C. A. (2010). Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
3. Alonso, J. C. (2014). Implementación de un sistema para el control y simulación de entornos entomofóbicos. Universidad de Guayaquil.
4. Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. 355-385.
5. Vuforia documentation Qualcomm (2017), Fecha de Última Recuperación, 25 de abril del 2017, <https://www.qualcomm.com/products/vuforia>.
6. Unity3D (2017) Unity3D. Consultado el 5 de febrero de 2017, de <http://unity3d.com/unity/>.



Objeto de Aprendizaje de Punción Lumbar

Imelda Rojas Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
rojasfloresirf@gmail.com, marva.mora@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2017, Aceptado 28 de Febrero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen El presente trabajo tiene como propósito presentar la propuesta de enseñanza mediante la creación de un Objeto de Aprendizaje (OA) haciendo uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Este proyecto es una alternativa de apoyo para estudiantes y profesores en el estudio de unidades de aprendizaje, que requieren condiciones específicas de infraestructura, materiales y equipos con los que no se cuenta en el bachillerato tecnológico, por lo que mediante la utilización de las TIC, se pueden diseñar y crear diversos recursos que incluyan actividades interactivas y audiovisuales, logrando así utilizar diferentes estrategias de enseñanza - aprendizaje, que permitan contribuir en el estudiante a la mejora de sus procesos de aprendizaje en el nivel medio superior.

Abstract The purpose of this paper is to present the teaching proposal through the creation of a Learning Object (OA) making use of Information and Communication Technologies (ICT). This project is an alternative of support for students and professors in the study of learning units, that require specific conditions of infrastructure, materials and equipment with which it is not counted in the technological baccalaureate, by means of the use of the TIC, It is possible to design and create diverse resources that include interactive and audiovisual activities, thus making use of different teaching - learning strategies, which allow to contribute in the student to the improvement of their learning processes in the upper middle level.

Palabras Clave: Objeto de aprendizaje, Tecnologías de la Información y Comunicación, Unidades de aprendizaje, Estrategia didáctica, Repositorio.

Keywords: Learning object, Information and Communication Technologies, Learning units, Didactic strategy, Repository.

1. Introducción

En este trabajo se aborda el tema de una enseñanza basada en el desarrollo de las competencias del estudiante mediante una estrategia didáctica que le permite construir un aprendizaje articulado, reflexivo y no mecanizado por medio de la utilización de un objeto de aprendizaje (OA), las fases de elaboración se muestran en la Figura 1.

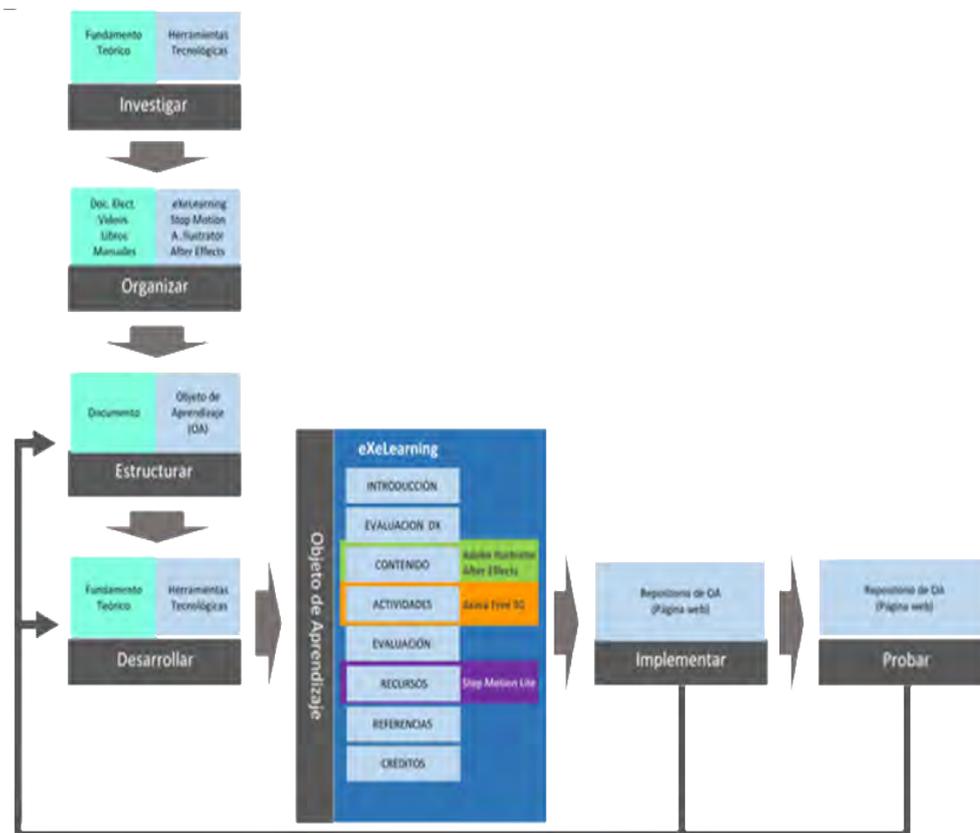


Figura 1. Metodología para la elaboración del objeto de aprendizaje

2. Trabajos Relacionados

Objetos de Aprendizaje de la UNAM [1]

La Universidad Nacional Autónoma de México, proporciona Objetos de Aprendizaje en línea por medio de su dirección electrónica <http://objetos.unam.mx/> como Apoyo Académico para la Educación Media Superior. Los OA incluidos en dicho repositorio, carecen de una estructura con un ciclo de aprendizaje formal que le permita al estudiante ir paso a paso y aprender a su propio ritmo, característica esencial para lograr un aprendizaje significativo y autónomo en el estudiante.

Objetos de Aprendizaje del ITSON [2]

El Instituto Tecnológico de Sonora inicia de manera formal con el desarrollo de Objetos de Aprendizaje en 2006, en ellos se muestra la interfaz con el contenido propio del OA, con una estructura más formal y aproximada a un ciclo de aprendizaje, con un diseño interactivo donde el estudiante puede elegir entre las diferentes opciones por medio del indicador del mouse, y a partir de ésta, el OA conduce al usuario al contenido deseado.

Objetos de Aprendizaje de la UNAL [3]

La Universidad Nacional de Colombia ofrece un sitio como Repositorio de Objetos de Aprendizaje, el cual presenta una colección de OA clasificados en diferentes áreas del conocimiento, que al seleccionar alguno de ellos, muestra una descripción general de estos. La descripción incluye la ubicación del sitio web donde se encuentra alojado el OA y al ejecutar el enlace, se aprecia una estructura con el contenido propio del OA.

3. Punción lumbar

Se refiere a una técnica médica que consiste en la extracción de líquido cefalorraquídeo, mediante una aguja en la zona de la columna vertebral desde la espalda, la punción lumbar permite diagnosticar enfermedades del sistema nervioso. Líquido cefalorraquídeo (LCR) proporciona un sistema fisiológico para aportar nutrientes al tejido nervioso, eliminar los desechos metabólicos y producir una barrera mecánica para proteger el

cerebro y la médula espinal contra el traumatismo [4].

4. Descripción del Objeto de Aprendizaje Punción Lumbar

La implementación del OA implicó la utilización de diversas herramientas tecnológicas para la creación de recursos multimedia como video, imágenes anaglíficas y animaciones, mismas que se integraron en las actividades que conforman la estructura del OA, dicha estructura fue creada con una herramienta de código abierto (open source) que facilita la creación de contenidos educativos.

La figura 2 representa en cada fase, las herramientas y la aportación de cada una de ellas; contribuyendo así al logro del OA.

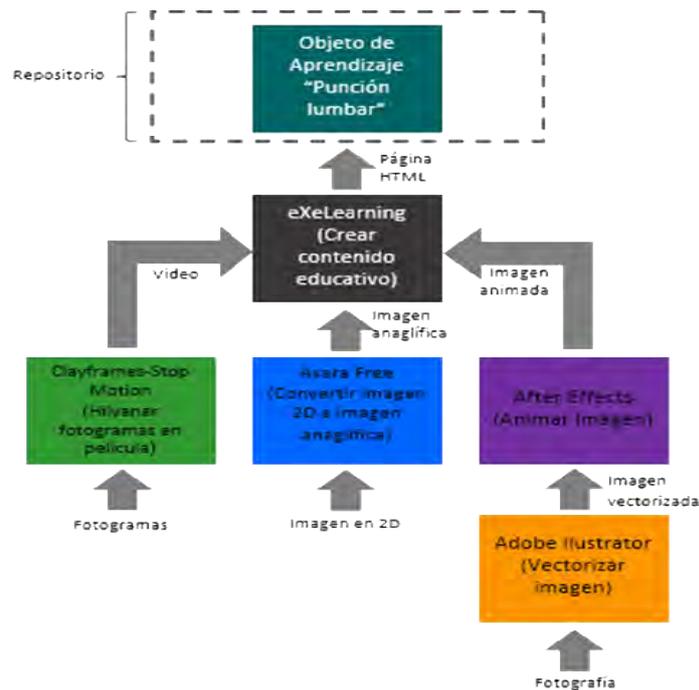


Figura 2. Herramientas tecnológicas

La puesta en marcha del Objeto de Aprendizaje sólo requiere de un navegador como es el caso de Internet Explorer, Firefox Mozilla, Google Chrome o el navegador, dado que el OA es instalado como carpeta autocontenida de manera local o servidor web, en el caso del acceso en línea.

5. Interfaz de Usuario

La elaboración del OA promueve el uso de contenidos educativos digitales para fortalecer y potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje [5] a través del uso de herramientas y aplicaciones tecnológicas como contenido incrustado (embedded) en el OA, mismas que permitieron generar contenidos interactivos como se describen a continuación.

La figura 3 muestra un ejemplo de la punción lumbar usando la técnica de estereoscopia anaglífica, esta foto está procesada mediante la herramienta Axara free, que al ser incrustada en el OA, permite observar la punción lumbar con un grado de profundidad, con la ayuda de las gafas anaglíficas.

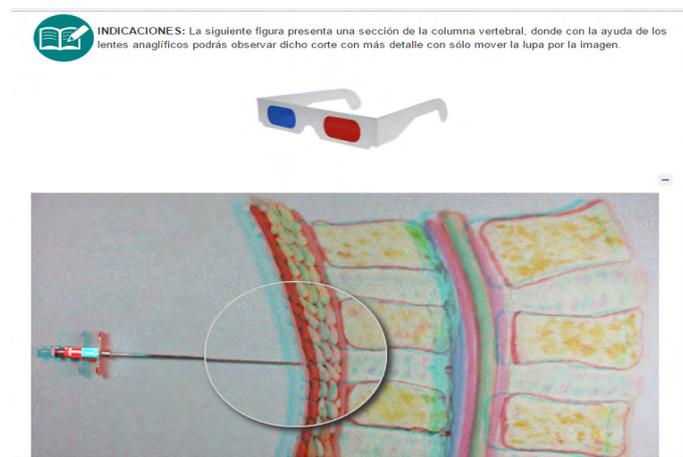


Figura 3. Imagen anaglífica

Este Objeto de Aprendizaje utiliza eXeLearning, debido a que permite crear contenidos educativos, además de que es multiplataforma y permite

la utilización de árboles de contenido, elementos multimedia, actividades interactivas de autoevaluación, facilitando la exportación del contenido generado a múltiples formatos como HTML. La figura 4 muestra un ejemplo de actividad de evaluación interactiva con retroalimentación.

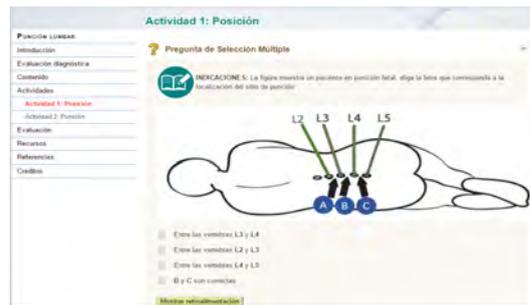


Figura 4. Actividad interactiva

En la figura 5 se aprecia la interface de la sección de Recursos donde se sitúa un video, en el que se utiliza la técnica Stop Motion, este recurso fue producido con la herramienta Clayframes-Stop motion, cuyo propósito de ésta es el de hilvanar de manera automática una serie de fotogramas previamente capturados.

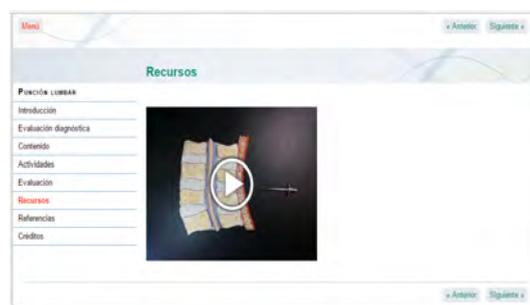


Figura 5. Video Punción lumbar

6. Pruebas y Resultados

Para efecto de aplicar las pruebas del OA, se seleccionó una muestra heterogénea de 30 estudiantes de la especialidad de Laboratorio Clínico del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 3 del estado de Tlaxcala de los tres grados educativos: Primero, Segundo y Tercer Semestre, estudiantes con edades entre los 15 y 17 años, entre hombres y mujeres.

A los encuestados se les solicitó hacer uso del OA por un tiempo considerable para explorar todas sus opciones, incluidas en cada una de las secciones del OA. Posterior a esto, se les aplicó un cuestionario de opción múltiple en el que seleccionaron una de las opciones por cada uno de los planteamientos del Test.

La revisión del OA por parte de los estudiantes involucró un tiempo de 1 hora aproximadamente y la resolución del Test propuesto abarcó un tiempo de entre 25 a 35 minutos, lo que permitió obtener los siguientes resultados más representativos de la evaluación expresados en la Gráfica de la Figura 6. En donde podemos ver que estos son positivos.

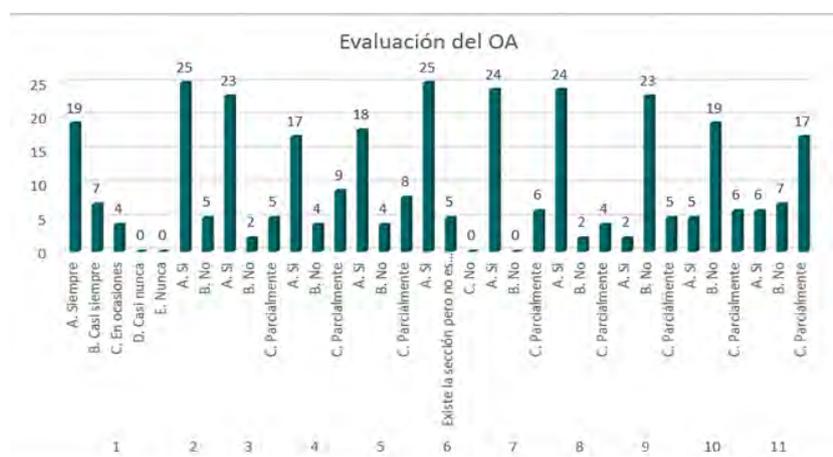


Figura 6. Resultados de la evaluación del OA

7. Conclusiones

El trabajo expresado en este documento refleja el uso y aplicación de Técnicas y Herramientas Tecnológicas de Animación, para el desarrollo del Objeto de Aprendizaje con el tema de Punción Lumbar, como recurso didáctico en la Especialidad de Laboratorio Clínico del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 3.

El objeto de aprendizaje como recurso didáctico abordó dos enfoques de diseño: el diseño pedagógico y el tecnológico. Con respecto al diseño pedagógico, se planteó la estructura de contenidos que involucra un ciclo de aprendizaje, Introducción, Evaluación diagnóstica, Contenido, Actividades, Evaluación, Recursos, Referencias y Créditos. En lo que se refiere al diseño tecnológico, para la implementación del diseño pedagógico, se utilizó la herramienta eXeLearning, como una herramienta generadora de contenidos educativos, que permitió crear todas y cada una de las fases del OA, además de que permitió incrustar elementos multimedia como animación, imágenes anaglíficas y videos, creados con herramientas y aplicaciones tecnológicas como Adobe Illustrator, After Effects, Axara Free y Clayframes Stop-motion.

Referencias

1. UNAM. Apoyo académico para la educación media superior. Obtenido de <http://objetos.unam.mx/>, 2013.
2. ITSON. (12 de Febrero de 2010). Repositorio de Objetos de Aprendizaje. Obtenido de <http://biblioteca.itson.mx/oa/principal.htm>, 2010.
3. UNAL. Repositorio de objetos de aprendizaje. Obtenido de <http://froac.manizales.unal.edu.co/roap/main.php>, 2015.
4. Strasinger, S. K., Di Lorenzo, M. S. Análisis de orina y de los líquidos corporales. Argentina; Editorial Médica Panamericana, 2010, 299 pp.
5. Piedrahita, J. H. Objetos de Aprendizaje: Prácticas y perspectivas educativas. Colombia; Multimedia P.U.J., 2009, 200 pp.



Sistema de Monitoreo de Aprendizaje de Estudiantes Basado en la Web 2.0

Mariela Cervantes López, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{mar.y.rotceh,marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Diciembre de 2016, Aceptado 30 de Enero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen El presente artículo presenta el resultado de la investigación sobre el análisis de los componentes para el desarrollo de un sistema de seguimiento de actividades realizadas en línea por estudiantes del Sistema de Universidad Abierta y a Distancia de la UNAM. En la investigación se identifica la necesidad de supervisar las actividades realizadas en línea, el establecimiento de mecanismos de seguimiento y, en definitiva, el diseño de procedimientos para su mejora. El seguimiento de actividades, es un proceso que permite la evaluación de las experiencias de enseñanza y aprendizaje, para determinar y direccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la situación en que los resultados nos permiten determinar un escenario educativo personalizado. El sistema de seguimiento se desarrolló bajo el estándar internacional conocido como Tin Can API que hace posible la recolección de datos a través de una gama de experiencias de aprendizaje que tiene un estudiante en línea y fuera de línea.

Abstract This article presents the result of the research focused on the analysis of the components for the development of a system of monitoring activities carried out online by students of the Open and Distance University System of the UNAM. The research identifies the need to monitor activities carried out online, the establishment of monitoring mechanisms and, the design of procedures for their improvement. The monitoring of activities is a process that allows the evaluation of teaching and learning experiences to determine and direct the teaching-learning process to the situation in which the results allow us to determine a personalized educational scenario. The tracking system was

developed under the international standard known as Tin Can API that makes it possible to collect data through a range of learning experiences that has a student online and offline.

Palabras Clave: Estilos de aprendizaje, Aprendizaje informal, Aprendizaje abierto.

Keywords: Learning styles, Informal learning, Open learning.

1. Introducción

El nuevo entorno de la sociedad del conocimiento brinda oportunidades extraordinarias para innovaciones orientadas al desarrollo de nuevas modalidades educativas que se adecuen al estilo de aprendizaje de cada persona.

Los recursos educativos y las aplicaciones empleadas para la educación a distancia disponibles en la Internet son muy numerosos y variados, por lo que podrían responder a las distintas necesidades, preferencias y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Desde el auge de Internet existen proyectos cuyo objetivo es el de obtener de forma personalizada los recursos de aprendizaje disponibles en la red y algunas de esas propuestas apuestan a los estilos de aprendizaje como eje para el éxito de los procesos de aprendizaje mediados por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). También, existen muchas tecnologías aplicadas a la educación que avanzan desde distintas perspectivas, que intentan otorgar a los estudiantes entornos personalizados que les ayuden a maximizar sus procesos de aprendizaje (Canales, 2009).

2. Descripción del proyecto

Para comprender lo que hace el sistema de seguimiento es necesario hablar de Tin Can API. Tin Can API o Experiencia xAPI es un estándar desarrollado por Advanced Distributed Learning (ADL), basado en el estándar SCORM (del inglés Sharable Content Object Reference Model). El xAPI es un nuevo estándar de e-learning que permite realizar el seguimiento de actividades de aprendizaje, sean online u offline. Permitiendo realizar actividades a través de móviles, tablets, simulaciones, mundos virtuales, serious games, aprendizaje offline, aprendizaje social, e-learning y el aprendizaje colaborativo (MQL, 2016).

El estándar xAPI reúne experiencias de aprendizaje a través de declaraciones de estado (statements) y las registra en un sistema llamado

Learning Record Store (LRS). Los statements comunican los progresos de aprendizaje al LRS y se basan en 3 conceptos: actor-verbo-objeto. El sujeto puede o no ser un alumno: puede ser también un instructor o inclusive un agente de software. El nivel de complejidad de estos registros es decidido por el usuario final (puntomov, 2016).

Un LRS es un sistema que almacena las declaraciones de seguimiento comunicados a través del xAPI. El LRS funciona con el xAPI de manera que recoge y entrega las declaraciones. Se puede integrar en un sistema más grande, como un LMS o puede estar solo como un sistema independiente, y utilizar el xAPI para permitir que otros sistemas puedan agregar y recuperar estados (ADL, 2016).

La función principal de un LRS es validar y almacenar las sentencias de entrada, para posteriormente, recuperar los datos cuando se les pregunta por las actividades. Las actividades utilizando el xAPI generan declaraciones en la forma: "yo hice esto". Estas declaraciones se envían a un LRS a través de la xAPI y utiliza métodos RESTful HTTP (ADL, 2016).

3. Trabajos Relacionados

Para sustentar la investigación se realizó un estudio del estado del arte; cada uno de los trabajos analizados fueron desarrollados acorde a las distintas necesidades que las instituciones titulares del proyecto proponen. A continuación se muestra el resumen de la investigación del estado del arte.

3.1. Monitorización del progreso en el aprendizaje (Sampieri, 2008)

Este trabajo de investigación se define en el contexto de las tecnologías de la información implementadas en el ámbito de la educación, y dentro de este ámbito se sitúan dos temas centrales: la evaluación y los sistemas de monitoreo. La investigación tiene como objetivo principal identificar y analizar los componentes relevantes en el diseño, desarrollo e implementación de herramientas para supervisar el progreso de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. A partir de los resultados obtenidos se define un Modelo de Monitoreo del Progreso en el Aprendizaje. Dicha investigación se desarrolla bajo escenarios de e-learning, por esta razón, es importante destacar que una de las consecuencias más importantes de la introducción de las TIC en la educación consiste en la oportunidad que brinda la tecnología para registrar y mantener la historia de los

eventos que ocurren durante el proceso de aprendizaje, reflexionar sobre ellos, evaluarlos y posiblemente mejorarlos. En este contexto, el monitoreo del proceso de aprendizaje no se refiere a controlar a los usuarios que aprenden, más bien se refiere a supervisar la calidad y la cantidad de aprendizaje que está teniendo lugar y las dificultades que los usuarios puedan tener durante la experiencia.

3.2. Registro de Aprendizaje Móvil en Moodle mediante Servicios Web (Agudo, 2011)

El presente trabajo de investigación se centra en el uso de las tecnologías móviles, en todos los niveles educativos, ofreciendo, entre otras, ventajas tales como la ubicuidad, la motivación de los estudiantes, la interacción y la colaboración y presentando, por otra parte, ciertas limitaciones, entre las que destacamos, problemas de conectividad, usabilidad y ciertas limitaciones técnicas. La investigación muestra que una de las aplicaciones más extendidas de los dispositivos móviles es la que permite el acceso a contenidos educativos. Así, en los últimos años se han realizado estudios sobre el uso de videojuegos a través de teléfonos móviles, la capacidad de procesamiento de textos, búsqueda y recuperación de información, adquisición de datos de aprendizaje, visualización, audición y procesamiento de información y actividades.

3.3. Seguimiento al aprendizaje en el Bachillerato a Distancia de la UNAM (Hernández, 2011)

La Coordinación de Bachillerato a Distancia de la UNAM ha desarrollado un modelo educativo innovador en el ámbito de la enseñanza media superior. En este modelo, el seguimiento al aprendizaje de los alumnos que realizan los tutores en colaboración con los asesores es fundamental. La estrategia de gestión de dicho seguimiento que se presenta aquí, se centra en los cursos propedéuticos del proyecto del Gobierno del Distrito Federal (GDF) y tiene como característica distintiva la atención a poblaciones de miles de alumnos. En el modelo del Bachillerato a Distancia de la UNAM existen dos figuras docentes que apoyan directamente el aprendizaje del alumno: el asesor, encargado principalmente de la impartición del curso en cuanto a los contenidos temáticos de cada asignatura y el tutor, responsable del aspecto psicopedagógico. Durante cada curso, trabajan juntos, y en contacto cercano y directo con los alumnos. Por su parte, hay una coordinadora de los cursos propedéuticos del proyecto del GDF, quien se encarga de que se dé seguimiento al aprendizaje de cada alumno en colaboración. La implementación de la estrategia de

seguimiento requiere considerar que el aprendizaje es un proceso y que este proceso se realiza a lo largo de todo el curso, por lo que es necesario que tanto el tutor como el asesor, acompañen al alumno durante todos los días que incluye el curso.

4. Marco Teórico

Para obtener un modelo personalizado de aprendizaje y entender el comportamiento del aprendizaje abierto e informal se deben considerar diferentes aspectos, algunos de ellos se describen brevemente, a continuación:

1. Teorías del aprendizaje. Las teorías de aprendizaje describen la manera en la que las personas aprenden nuevas ideas y conceptos. Las diversas teorías ayudan a comprender, predecir y controlar el comportamiento humano, elaborando a su vez estrategias de aprendizaje y tratando de explicar cómo las personas acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades en el razonamiento y en la adquisición de conceptos (Teorías del aprendizaje, 2016).

2. Aprendizaje formal, no formal e informal. El aprendizaje formal es el proceso de educación integral que abarca los niveles educativos, con carácter estructurado y que concluye normalmente con una certificación. El aprendizaje formal es intencional desde la perspectiva del alumno. El aprendizaje no formal es el aprendizaje que no es ofrecido por un centro de educación o formación y normalmente no conduce a una certificación. No obstante, tiene carácter estructurado. Por otro lado el aprendizaje informal es un proceso de aprendizaje continuo y espontáneo que se realiza de manera no intencional, es decir, se obtiene en las actividades de la vida cotidiana relacionadas con el trabajo, la familia o el ocio. No está estructurado y normalmente no conduce a una certificación. El aprendizaje informal puede ser intencional pero, en la mayoría de los casos, no lo es (Ministerio de Educación, 2014).

3. Aprendizaje abierto y cerrado. Se habla de un ambiente de aprendizaje abierto cuando no se tiene restricciones, podríamos pensar en una red social o incluso en toda la Web como un ambiente abierto. A diferencia de un ambiente cerrado, en donde las interacciones para el aprendizaje tendrían lugar sólo dentro de éste. Es decir, un estudiante encontraría “todo” lo que se necesita para aprender ahí dentro (Livier, 2013).

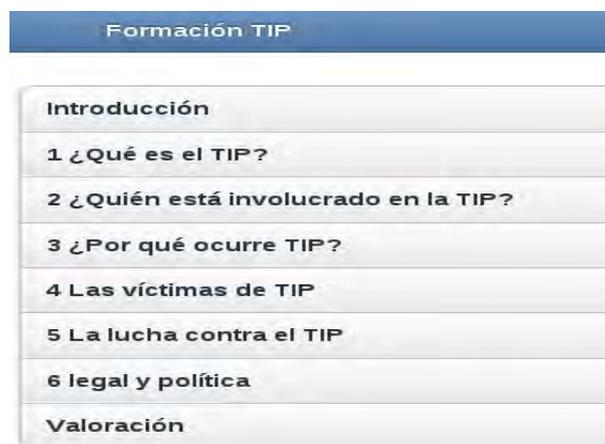
Lo significativo y trascendente del aprendizaje abierto, es que se centra en el alumnos y por tanto, la toma de decisiones sobre el aprendizaje recae en el alumno mismo, y que estas decisiones afectan a todos

los aspectos del aprendizaje (Lewis y Spencer, 1986) se realizará o no; qué aprendizaje (selección de contenido o destreza); cómo (métodos, media, itinerario); dónde aprender (lugar del aprendizaje); cuándo aprender (comienzo y fin, ritmo); a quién recurrir para solicitar ayuda (tutor, amigos, colegas, profesores, etc.); cómo será la valoración del aprendizaje (y la naturaleza del feed-back proporcionado); aprendizajes posteriores, etc. (Livier, 2013).

5. Interfaz de Usuario

A continuación se presenta la descripción del caso práctico. Cabe mencionar que como requisito previo para acceder a un curso es necesario contar con una cuenta de correo electrónico, dicha cuenta es el usuario que el LRS toma como referencia para almacenar las sentencias de aprendizaje.

En la figura 1 se muestra un listado de los módulos que el curso contiene, cada módulo tiene un determinado tiempo de estudio. Concluidos dichos módulos, el estudiante debe realizar una validación de aprendizaje al final del curso.



Formación TIP	
Introducción	
1	¿Qué es el TIP?
2	¿Quién está involucrado en la TIP?
3	¿Por qué ocurre TIP?
4	Las víctimas de TIP
5	La lucha contra el TIP
6	legal y política
Valoración	

Figura 1. Listado de módulos del curso

Cada vez que un alumno realice una actividad de aprendizaje, háblese de: acceder a un módulo, concluirlo, entrar a un acceso o liga, entre otras,

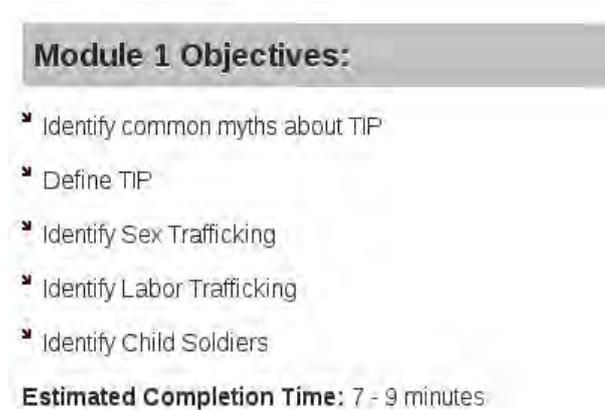


Figura 2. Ejemplo de contenido del Módulo 1 del curso

el LRS lo almacena y permite visualizar las sentencias de aprendizaje a través de un sistema de configuración. El sistema de configuración del LRS permite enviar las sentencias de aprendizaje directamente al LRS, modificando 3 aspectos importantes: Endpoint, User, Password.

El Endpoint se refiere a el Punto Final al que llegaran las sentencias de aprendizaje, en este caso es la dirección en la que se encuentra alojado el LRS, (un LRS puede conectarse a uno o más LRS al mismo tiempo, por esta razón debe especificarse a que LRS deben llegar las declaraciones). El Usuario, son el o los actores de quien(es) se realizara el seguimiento (estudiantes), y finalmente colocar una Contraseña.

Se creó un curso dentro de moodle donde se cargó un curso de prueba. Para hacer que moodle envíe las sentencias de aprendizaje al LRS se configuro un nuevo módulo de actividad, dicho modulo lleva por nombre Tin Can Launch, este módulo se ocupa de publicar los cursos y a la vez enviar las sentencias de aprendizaje al LRS. El tema del curso de implementación es Metodología de la Investigación, siendo este desarrollado en base a los temas expuestos en el libro que lleva el mismo nombre escrito por Hernández, R. y colaboradores (2010).

El curso de Metodología de la investigación está dividido en 4 escenarios, una sección de introducción y una de conclusiones. Cada escenario a su vez contiene diferentes actividades que los estudiantes deben realizar siguiendo un procedimiento, dicho procedimiento se describe dentro de cada actividad, puesto que es diferente para cada sección. Las actividades

que se realizaran dentro de cada escenario se caracterizan por el uso de herramientas como:

- Foros
- Chats
- Discusiones
- Ligas
- Videos
- Ensayos
- Exámenes.

Se tienen como aspectos de evaluación:

- Lista de calificaciones. Las calificaciones obtenidas se obtendrán mediante el análisis del desempeño de cada estudiante.
- Fechas de entrega. Cada una de las actividades de las que constan los escenarios, cuentan con una serie de instrucciones que cada estudiante debe cumplir de acuerdo a la actividad que realice, esto con la finalidad de obtener una secuencia de aprendizaje, dentro de ello se toma como favorable la entrega en tiempo de cada una de las actividades.
- Exámenes. Muestran el desempeño del estudiante en base a lo aprendido y permiten detectar fallas en el aprendizaje. Además se cuenta con la evaluación del sistema de seguimiento dentro de cada declaración de aprendizaje que este recibe, donde se analiza el tipo de actividad que se realizó, la hora en que fue resuelto el problema y el tiempo que duro (puesto que muchas veces solo se contesta al azar, y dar una respuesta dura menos de 1 minuto), se obtiene un id por cada actividad resuelta y se muestra si dicha actividad fue autorizada

6. Resultados y Pruebas

Las pruebas modulares obtenidas son las siguientes:

- Módulo de Perfiles: Permite recibir sentencias de aprendizaje y almacenarlas en el LRS desde plataformas como moodle hasta aplicaciones como facebook, twitter, wordpress, etc.
- Módulo autorización: El sistema autoriza el registro de los usuarios en los LMS.
- Módulo de repositorio de experiencias: Las experiencias enviadas al LRS son recibidas, para pasar al siguiente módulo.
- Módulo de análisis: Tanto administrados, como docentes, pueden realizar el análisis de las sentencias de aprendizaje enviadas al LRS y realizar las predicciones de aprendizaje convenientes.

Basándose en el funcionamiento correcto de un módulo o de código y asegurar que cada uno de los módulos funcione correctamente de forma separada facilitando la implementación de cada escenario.

Módulo de perfiles. Permite recibir sentencias de aprendizaje y almacenarlas en el LRS, desde plataformas como Moodle

7. Conclusiones

Hoy en día vivimos en un mundo en el que la tecnología se ha vuelto una parte esencial en nuestras actividades cotidianas. Este sistema es realizado para mejorar el proceso educativo en las aulas, ofreciendo un modelo de enseñanza-aprendizaje personalizado, tomando en cuenta que el aprendizaje se da en cualquier plataforma o aplicación tecnológica, a lo que llamamos aprendizaje informal y abierto. Por ende es necesario que se tenga un control sobre estas actividades realizadas en la Internet, se considera que la población aprende más haciendo uso del aprendizaje informal, puesto que se hace uso de diferentes herramientas.

Referencias

1. Advanced Distributed Learning (ADL). Recuperado el 27 de Agosto de 2016, de <http://www.adlnet.org/tla/lrs/>
2. Agudo, J. E., IEEE, Rico, M., Sánchez H., y Valor M. (2011). Registro de Aprendizaje Móvil en Moodle mediante Servicios Web. IEEE-RITA. Vol. 6, Núm. 3.
3. Ballesteros, B., Manzano, N. y Moriano, J.A. (2001). Seguimiento y evaluación en la UNED del sistema de prácticas de los alumnos en empresas. RELIEVE, vol. 7, n. 1.
4. Canales, A. y Peredo, R. (2009). Intelligent Agent in the Evolution of Web and Applications. Springer. Sampieri, M. (2008). Monitorización del progreso en el aprendizaje. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
5. Hernández, M. (2011). Coordinación del Bachillerato a Distancia, UNAM.
6. Livier, M, Galindo, R.M, Galindo, L. (2013). Entornos virtuales de aprendizaje abierto; y sus aportes a la educación. Encuentro Internacional de Educación a Distancia. Diciembre.
7. MásQueLearning (MQL). Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://masquelearning.com/wordpress/tin-can-api-el-futuro-sustituto-del-scorm/>
8. PuntoMov. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.puntomov.com/que-es-tin-can-api/>
9. Sampieri, M. (2008). Monitorización del progreso en el aprendizaje. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
10. Soria, I. y María, J. (2014). Un sistema de seguimiento inteligente y evaluación tutorizada para la enseñanza y aprendizaje de segundas lenguas a distancia y a través de internet. Instituto Cervantes.
11. Teorías del aprendizaje. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.llibriapedagogica.com/butlletins/>
12. Ministerio de la Educación, Cultura y Deporte. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <https://www.mecd.gob.es/mecu/glosario.html>



DIVEMAT: Software Educativo de Matemáticas para niños de Segundo Grado de Primaria

Maribel Carrasco Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{mary_aventura11, angelicaml}@hotmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Diciembre de 2016, Aceptado 30 de Enero de 2017,
Versión final 15 de Mayo de 2017*

Resumen Existen diferentes dificultades en cuanto al aprendizaje de las matemáticas, por lo que es necesario estimular a los alumnos por medio de estrategias pedagógicas que les complementen la enseñanza en clase, el software educativo es una excelente herramienta complementaria. Este artículo se enfoca en el proyecto DIVEMAT, Software Educativo de Apoyo para niños de Segundo Grado de Primaria, esta basado en el libro de la SEP, contempla secciones teóricas, prácticas interactivas y autoevaluaciones, en este documento además se presentan las pruebas de usabilidad realizadas al finalizar el proyecto.

Abstract There are different difficulties in the learning of mathematics, so it is necessary to stimulate students through pedagogical strategies that complement the class teaching, educational software is an excellent complementary tool. This article focuses on the project DIVEMAT, Educational Software of Support for children of Second Grade of Primary, this project is based on the book of the SEP, includes theoretical sections, interactive practices and self-assessments, this paper also presents the usability tests performed at the end of the project.

Palabras Clave: Mundos virtuales, aprendizaje, interactivo.

Keywords: Virtual Worlds, learning, interactive.

1. Introducción

Las matemáticas es un conjunto de lenguajes formales que permiten plantear problemas de manera no ambigua en contextos específicos, sin embargo, a veces resulta difícil que los niños las comprendan, para lo cual se propone el uso de Software Educativo como complemento a la enseñanza tradicional.

El software educativo está destinado a la enseñanza y al aprendizaje, en general este tipo de software cuenta con una secuencia de contenidos, ambiente de exploración y construcción. DIVEMAT es software educativo de apoyo a la enseñanza, permite reforzar los conocimientos de los niños de segundo grado de primaria, para su realización se ha basado en el contenido del libro de la SEP.

2. Trabajos Relacionados

Después de una revisión de trabajos relacionados, consideramos que estos tres proyectos son relevantes para DIVEMAT.

- El mundo de ingles de Disney es una herramienta, con el cual los niños aprenden de forma autónoma y al mismo tiempo jugando con sus personajes favoritos de Disney, como a ellos más les guste y sin ninguna presión. Haciendo para los niños un método divertido , permite permite que los niños asimilen el idioma de forma natural, escuchando, observando y repitiendo, para así aprender, entender, hablar, leer y luego escribir inglés, como si fuera su lengua materna. Utilizando el método Suzuki Suzuki; mediante juegos, canciones y divertidas aventuras en video [1]
- Mi primera Encarta es una enciclopedia multimedia digital que da toda la información de lo que se busque ya sea Historia de algún País, Provincias alguna definición de un Animal, etc. Además de las entradas enciclopédicas, la información era complementada con numerosas fotos e ilustraciones, clips de audio y vídeos, elementos interactivos, líneas de tiempo, mapas, un atlas geográfico y herramientas para resolver tareas estudiantiles. [2].
- Aprende matemáticas con Pipo es una herramienta enfocada a las matemáticas con el cual los niños se inician de la forma más divertida en el mundo de los números. Dirigido principalmente a niños entre los 3 y los 7 años de edad, si bien muchos juegos pueden utilizarse con ayuda a partir de los 2 años y en sus niveles superiores son adecuados para niños mayores de 7 años. Las áreas didácticas son variadas: contar, ordenar series numéricas, operaciones de cálculo simples y complejas, secuencias lógicas, figuras geométricas, puzzles, mediciones, operar con monedas [3].

3. Software Educativo

Un software educativo es un programa para computadora que sirve como material de apoyo creado para ser utilizado por el estudiante, adaptándose a su ritmo de trabajo y permitiéndole el acceso al conocimiento académico de una manera rápida y didáctica. Es decir un software educativo permite facilitar el proceso de la enseñanza y del aprendizaje [4] [5], y [6].

Un software educativo puede ser enfocado en diferentes materias como (matemáticas, idiomas, geografía, dibujo entre otros. Y ofrecer un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los alumnos rico en posibilidades de interacción pero todos comparten cinco características esenciales:

- Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, como se desprende de la definición.
- Utilizan el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
- Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.
- Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.
- Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un video, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

El software educativo permite el acceso al conocimiento y la participación en las actividades para la enseñanza de fácil comprensión permitiéndole al niño un mejor aprendizaje, mediante la resolución de problemas desarrollando habilidades de pensamiento.

4. DIVEMAT

A continuación se describe el software DIVEMAT, divierte con las matemáticas una herramienta como apoyo para niño de segundo grado de primaria, ver Figura 1. Este software se compone de cuatro bloques, los cuales a su vez contienen teoría, actividades y evaluación.



Figura 1. Interfaz inicial

El bloque 1 se centra en contar elementos de diferentes colecciones, cuenta con una sección teórica y se apoya en las siguiente 7 actividades, ver Figura 2:



Figura 2. Menú de opciones del bloque 1

- Ordenando secuencias de números.
- ¿Cuántos animales hay en la granja?, ver Figura 3
- Aprendiendo a comprar.
- Buscar que nuestro resultado sea 10.
- Sumaremos el mismo número.
- Buscando y aprendiendo formas.
- Ordenando.

Al finalizar el bloque se hará una evaluación en donde se busca que el niño identifique las unidades, decenas y centenas. Así como identifique las figuras geométricas.



Figura 3. Actividades del bloque 1

El bloque 2 está enfocado en construir y contemplar sucesiones de números, se refuerza el conocimiento en la resolución de sumas y restas, además de que se debe identificar que número es mayor que otro. Este bloque contendrá 9 actividades:

- Cuenta de 5 en 5 o de 10 en 10.
- ¿Qué número es?
- ¡A Descomponer Números!
- ¿Cuánto me sobra?
- ¿Puedes Reconocerlos?
- ¿Qué Cantidad se forma?
- ¿Cuáles números faltan?
- ¿Cuántos aumento o disminuyo?
- El mismo sumando.

El bloque 2 contiene una evaluación enfocada a resolver sumas y restas, así como en sucesiones.

En el Bloque 3 el niño estudia como se escriben los nombres de los números con explicaciones y ejemplos. Se ve además, como resolver las restas descomponiendo el minuendo y el sustrayendo. Así como se explica la multiplicación. Este bloque contiene 5 actividades:

- Número de tres cifras.
- Patrón de figuras.
- Sustracción.
- Diferentes formas de multiplicar.
- ¿Con suma o Resta?.

En la a evaluación del bloque 3 el niño debe seleccionar el nombre de diferentes cantidades de números.

En el bloque 4 se le enseña al niño a dividir en partes iguales mediante ejemplos, haciendo las divisiones paso a paso para que el niño le entienda, así como a calcular el total en una adición de números iguales, con la finalidad de que aprenda a sumar y a multiplicar mas rápido. También se él explica cómo hacer y completar secuencias de números. Este bloque contendrá 5 actividades, ver Figura 4:

- De uno, de diez y de cien.
- De 100 en 100.
- Multiplico mentalmente.
- Dividiendo en partes iguales.
- ¿Qué me dice la imagen?.

En la última evaluación, el niño deberá analizar problemas de división y multiplicación

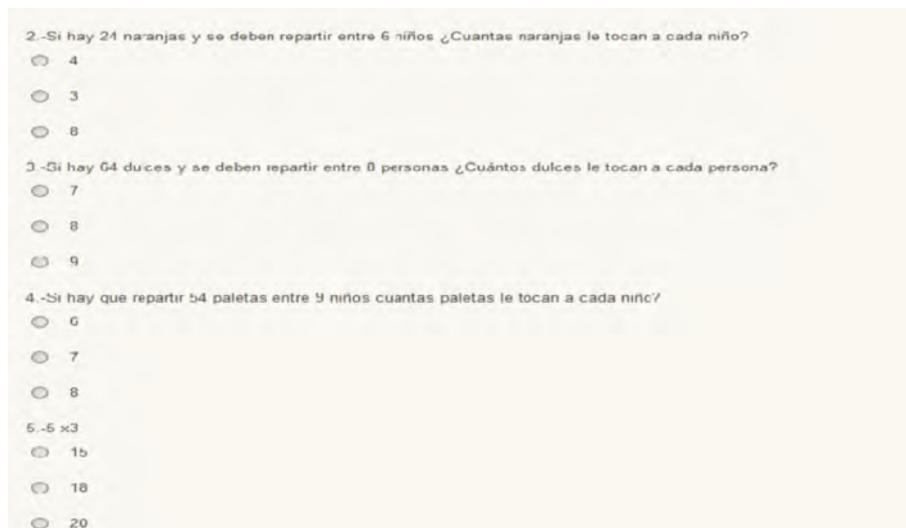


Figura 4. Parte de una evaluación del bloque 4

5. Pruebas y Resultados

En esta sección se describen las pruebas realizadas al término del proyecto, las cuales fueron hechas en una primaria de Apizaco, a un total de 50 niños, 28 niñas y 22 niños. Para ello se les pidió que utilizaran DIVEMAT (diviértete con matemáticas) software como una herramienta de apoyo para niños de segundo grado de primaria. Ya que habían explorado por completo el Software se procedió a aplicar una encuesta, que continuación se presenta.

Usabilidad de la Interfaz

- 1.- Todos los elementos del software la de inicio están claramente enfocados en las tareas claves de los usuarios
- 2.- La ventana de inicio contiene información gráfica con sentido
- 3.- Existe contenido de utilidad en el software
- 4.- Los botones empiezan con la palabra clave más importante
- 5.- Las opciones en la navegación están ordenadas en el orden más lógico o de alguna forma orientada a las tareas más importantes

Orientación de tareas

- 6.- La información es presentada en un orden lógico, simple y natural
- 7.- Las actividades aprovechan totalmente las fortalezas tanto del usuario como de la computadora
- 8.- El uso de metáforas es fácilmente entendible por un usuario
- 9.- El software es fácil de explorar

Navegabilidad 10.- Es fácil de navegar en la mayoría del software

- 11.- Las opciones de navegación son ordenadas en la manera más lógica u orientada a las tareas
- 12.- Existe una buena retroalimentación para el usuario
- 13.- Hacer click en el botón ?Regresar? siempre lleva al usuario de vuelta a la ventana previa
- 14.- Existe un cambio visible cuando el ratón apunta a algo

Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

Una vez analizados los resultados, se puede notar que el software funciona correctamente y de manera satisfactoria.

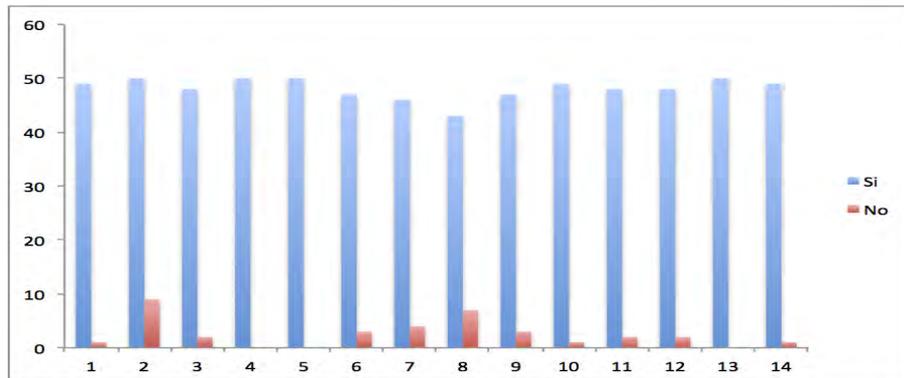


Figura 5. Resultados

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este proyecto se ha conseguido el objetivo propuesto se han diseñado un software para apoyar y reforzar el proceso de aprendizaje de la asignatura de matemáticas para los estudiantes de segundo grado de primaria utilizando un conjunto de tecnologías para dar compatibilidad en la mayoría de los Sistemas operativos.

La primera línea de continuación es el desarrollo de una versión móvil de los objetos desarrollado. Durante todo el desarrollo de esta tesis nuestros objetivos principales fueron de crear herramientas didácticas sin darle importancia a la portabilidad de las mismas por lo que ahora la portabilidad y accesibilidad queda como una primera línea de continuación de este proyecto enfocándonos principalmente a las plataformas IOS y Android. Finalmente, se propone el desarrollo de objetos de aprendizaje de todas las asignaturas de educación básica.

Referencias

1. Mundo de Inglés de Disney, Fecha de última consulta: 25 de abril del 2017, <https://www.disneystore.com/d-products/mn/1000201//>
2. Mi primera encarta, Microsoft, Fecha de última consulta: 25 de abril del 2017, <https://www.microsoft.com/en-us/education/educators/default.aspx>
3. Gómez Martín Pedro Pablo , Aprende con Pipo, Videojuegos educativos: Aprovechando la brecha generacional, Fecha de última consulta: 25 de abril del 2017. <http://rt00149b.eresmas.net/pipo.html>
4. Coordinación del número monográfico ?Los videojuegos en la escuela?. Cuadernos de PedagogíaN° 291, Mayo 2000.
5. Gros Begoña, Del Software Educativo a Educar con Software, Univesidad de Barcelona, bgros@d5.ub.es , Fecha de última consulta: 25 de abril del 2017 <http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=3743>
6. Squires David , McDougall Anne, Cómo elegir y utilizar software educativo: guía para el profesorado, Ediciones Morata, 1997



IZTATL
COMPUTACIÓN