

## UTILIZACIÓN DE CRUCIGRAMAS EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA: UN ALGORITMO PARA SU CONSTRUCCIÓN

### Resumen / Abstract

En este trabajo se exponen algunos aspectos que caracterizan la educación a distancia, la posibilidad de incluir los crucigramas como una herramienta de motivación para este tipo de enseñanza, se analizan los métodos básicos de construcción de crucigramas y se describe un algoritmo desarrollado para la construcción de estos.

*In this work some aspects that characterize the education at distance are exposed. Also, the possibility to include the crosswords like a motivation tool and the basic methods of construction of crosswords are analyzed. Finally, an algorithm for the crosswords construction is described.*

### Palabras clave / Key words

*Educación a distancia, crucigramas, juegos*

*Distance education, e-learning, crosswords, games.*

---

**Yoannia Arean Rodríguez**, Licenciada en Ciencias de la Computación, Centro de Estudio de Ingeniería y Sistema (CEIS), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba

**Alejandro Rosete Suárez**, Ingeniero en Sistemas Automatizados de Dirección (SAD), Doctor en Ciencias Técnicas, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba  
e-mail:rosete@ceis.cujae.edu.cu

**Rodolfo Victoria Oquendo**, Ingeniero en Informática, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba

**Yalila Arean Rodríguez**, Ingeniera en Telecomunicaciones, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba

**Erduin del Río Iznaga**, Ingeniero en Informática, CEIS, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba  
e-mail:edelrio@ceis.cujae.edu.cu

Recibido: Septiembre del 2004

Aprobado: Noviembre del 2005

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la informática y de las tecnologías de las comunicaciones, ocurrido a finales del siglo XX, ha abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de la educación a distancia (EaD).

A pesar de las opiniones críticas de algunos que consideraban la educación a distancia como un sustituto inadecuado de la enseñanza presencial, ha ocurrido un aumento de la demanda de acceso a estas facilidades educativas.

Al estar ante un proceso de enseñanza semipresencial o no presencial, se hace necesario utilizar herramientas de motivación atractivas y alternativas, tales como juegos instructivos o de entretenimiento, que proporcionen contextos adecuados en los cuales los estudiantes puedan practicar las habilidades adquiridas y que promuevan su interés por continuar participando en el curso. Debido a que los crucigramas han sido utilizados como elemento de educación abierta por una gran cantidad de revistas y diarios en todo el mundo y han llegado a convertirse en un gran atractivo se analiza la posibilidad de incluir estos en cursos de EaD.

Como se sabe un crucigrama es un pasatiempo que consiste en adivinar un cierto número de palabras a partir de unas definiciones dadas y escribirlas en una cuadrícula compuesta por casillas blancas y negras, de forma tal que las letras que ocupan las casillas blancas se cruzan vertical y horizontalmente.

La construcción manual de crucigramas es una tarea difícil que requiere de un amplio conocimiento del lenguaje, historia y cultura general. En la búsqueda de soluciones se encuentra un conjunto de palabras que completa la cuadrícula de la forma correcta. Esta tarea de responder preguntas en lenguaje natural, tener un conocimiento previo, buscar un conjunto óptimo de palabras y ubicarlas de forma correcta en las casillas, de manera tal, que se completen palabras válidas dentro del dominio con el que se trabaja, hace que los crucigramas constituyan un interesante reto para la Inteligencia Artificial.<sup>1</sup>

A pesar de las ventajas que posee la educación a distancia, una de sus principales deficiencias es que la cantidad de abandonos es grande, por lo que deben diseñarse actividades de aprendizaje que guarden un equilibrio entre el conocimiento que se desea impartir y la motivación del alumno para adquirirlo. La utilización de técnicas de motivación como los crucigramas permiten obtener este propósito, pero sería muy complejo para el profesor del curso hacer crucigramas a mano.

La posibilidad de que el profesor cuente con un software que le permita combinar las palabras deseadas auxiliándose de un diccionario (o glosario de términos de su curso) que pueda cargar en el momento que lo desee, le ayudaría en su propósito de construir crucigramas. Es esta la razón por la cual se desarrolló este trabajo.

## GENERALIDADES DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

El mundo está viviendo un avance tecnológico sin precedentes que impacta, sin duda alguna, la vida de los seres humanos. De esta manera, la educación en todos los niveles, ha tomado direcciones diferentes y ha evolucionado en varios aspectos. La tecnología ha entrado a las aulas y se ha convertido en una parte muy importante del proceso de enseñanza. Se habla de instituciones virtuales que brindan la instrucción a diferentes niveles de educación.

En cualquier proceso de aprendizaje el papel principal de los estudiantes es aprender, por tanto, esta actividad requiere motivación y organización para lograr en los estudiantes la habilidad de analizar y aplicar la información que adquieren.

La educación a distancia es un fenómeno que aún cuando genera desafíos y preocupaciones en muchos sectores de la comunidad educativa, encierra promesas para el enriquecimiento de este proceso.<sup>2</sup>

Tradicionalmente, la educación convencional, ha constituido el medio básico por el cual los colegios y universidades educan a los estudiantes en el más amplio nivel. La educación a distancia desafía a la educación convencional, fortaleciendo y contribuyendo la tendencia educativa hacia el autoaprendizaje, la capacitación, el entrenamiento y la especialización.

La educación a distancia también tiene sus inconvenientes,<sup>3</sup> entre ellos:

- Poca interactividad entre profesores y alumnos.
- La retroalimentación puede ser muy lenta.
- Es más difícil la rectificación de errores en los materiales, evaluaciones, etcétera.
- Hay más abandonos que en la enseñanza presencial.

Los abandonos están dados por un aspecto esencial y es la falta de motivación que en algunos casos está presente en muchos individuos. Esto se debe a características propias de cada ser humano como no tener hábitos de estudio independiente, la distracción, sentimientos de soledad, entre otros.

La motivación se define como el conjunto de estados y procesos internos de la persona que despiertan, dirigen y

sostienen una actividad determinada. Este concepto de motivación implica que un alumno motivado es aquel que:

1. Despierta su actividad como estudiante, a partir de convertir su interés por estudiar una cierta disciplina, en acciones concretas de inscribirse a un programa o a una materia determinada.

2. Dirige sus estudios hacia metas concretas, procurando elegir un programa o una materia que tenga objetivos de aprendizaje acorde con sus metas personales.

3. Sostiene sus estudios en una forma tal que, con esfuerzo y persistencia, llega a conseguir las metas predeterminadas.<sup>4</sup>

La motivación es fundamental en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, pero en programas de educación a distancia, dirigidos a adultos, este aspecto tiene características especiales; las que se refieren al énfasis que debe existir en el modelo educativo para que el aprendizaje sea autónomo, autodirigido y autorregulado y a la vez evite que el alumno desista de alcanzar sus metas educativas por falta de esfuerzo y persistencia.<sup>5</sup>

La incorporación de juegos en el proceso de enseñanza es casi tan antiguo como la enseñanza misma. En la década del 80, la aparición de microordenadores trajo consigo la inclusión de programas informáticos: ejercicios, tutoriales, simulaciones, juegos, para apoyar el proceso y mantener al estudiante motivado.

Dentro del campo de la informática educativa, los juegos han sido muy usados como recursos didácticos en la enseñanza fundamentalmente de niños. Recientemente muchos autores han planteado preocupación sobre ciertos juegos que transmiten valores negativos para jóvenes y adultos. Sin embargo, existen muchos recursos que son apropiados para adultos y que rara vez se usan dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre estos juegos es posible citar: crucigramas de diversas formas y sopas de letras.<sup>6,7</sup>

Los adultos deben ser convenientemente motivados dentro de su contexto personal y socioprofesional, puesto que son capaces y no están menos dispuestos para aprender, aunque sí poseen estructuras diferentes para ese aprendizaje, diferentes puntos de referencia, de intereses ligados a la práctica de la vida real y a las situaciones individuales.<sup>8</sup>

Para crear estos juegos, en muchos casos no es necesaria la participación del profesor o personal conector de la materia. Por ejemplo, un profesor que ha dado el glosario completo con las definiciones de todos los términos relevantes de su curso, así como una lista de personalidades importantes de su materia, puede recibir como producto agregado a su curso, un crucigrama donde aparezcan algunos de estos elementos. En el crucigrama pueden agregarse otras palabras que ayudarán a la formación de una cultura general en los estudiantes y que no tienen por qué ser dadas por el profesor.<sup>6</sup>

Muy pocas veces se ha incluido este tipo de juego en cursos de educación a distancia, pero sin duda alguna es un recurso que inevitablemente amplía los horizontes de los que gustan de esta manera de entretenimiento.

## MÉTODOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CRUCIGRAMAS

Los primeros trabajos serios en la construcción computarizada de crucigramas fueron realizados por Lawrence Mazlack en 1976, quien se centró en la generación automática de estos enfrentándolos como un problema de búsqueda heurística. Él no tuvo éxitos con el método de completamiento palabra por palabra y se retractó a realizar una aproximación letra por letra con retroceso.<sup>9</sup> Otros investigadores, varios años después formularon el problema en términos de satisfacción de restricciones combinando varias estrategias para el llenado de las cuadrículas, unos han visto alguna aproximación de solución enfrentándolo como ejemplo de problemas de satisfacción de restricciones probabilísticas y otros han utilizado diferentes métodos de búsqueda.<sup>9,10</sup>

Los crucigramas se definen como sigue. Se tiene un lenguaje L formado por un conjunto de secuencias de letras de un alfabeto A (letras desde la A hasta la Z y un símbolo que representa un separador: cuadrado negro). Un crucigrama de tamaño n es una matriz de  $n \times n$  donde todas las filas son secuencias (de longitud n) a partir de L y las columnas son también secuencias (de longitud n) a partir de L.<sup>11</sup>

El problema de la construcción de crucigramas ha sido definido por varios investigadores como:

Definición 1: Dado un conjunto finito de palabras P y una cuadrícula de dimensión, en la que algunas celdas son sombreadas, mientras que otras son celdas abiertas para ubicar letras, todas las celdas abiertas deben ser completadas de forma tal que cualquier grupo de letras adyacentes ubicadas de forma horizontal o vertical formen palabras que pertenezcan a P.<sup>1,9-13</sup>

Este problema ha permitido el surgimiento de otros problemas relacionados:

Definición 2: Problema de construcción de crucigramas abiertos: se enfoca a tratar de dar soluciones válidas en crucigramas que no poseen cuadrados negros, es decir, desarrollar algoritmos para completar crucigramas completamente

interrelacionados. Este problema es más difícil de resolver debido a que todas las celdas en la cuadrícula son celdas abiertas y por ende compartidas.<sup>14</sup>

Definición 3: Problema de construcción de crucigramas no restringidos: la posición de los cuadrados negros es definida en tiempo de ejecución.<sup>10</sup>

Los métodos básicos para la construcción de crucigramas son:

- Método de completamiento letra por letra.
- Método de completamiento palabra por palabra.

### Método de completamiento letra por letra

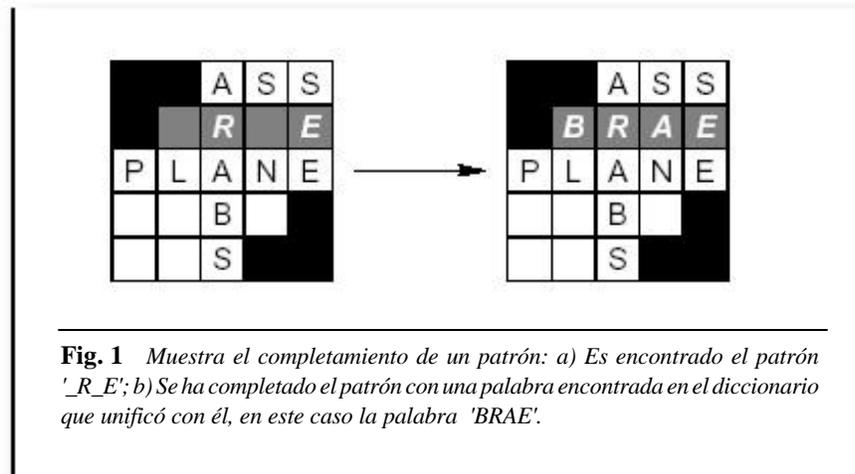
El método de completamiento **letra por letra** trabaja escogiendo una celda vacía de la cuadrícula y unificándola con alguna letra. Las celdas pertenecen a ranuras de palabras. El método termina cuando todas las celdas de la cuadrícula han sido completadas. Para cada unificación se debe tener en cuenta que la letra escogida para llenar la celda, permita completar otra ranura que tenga la misma letra.

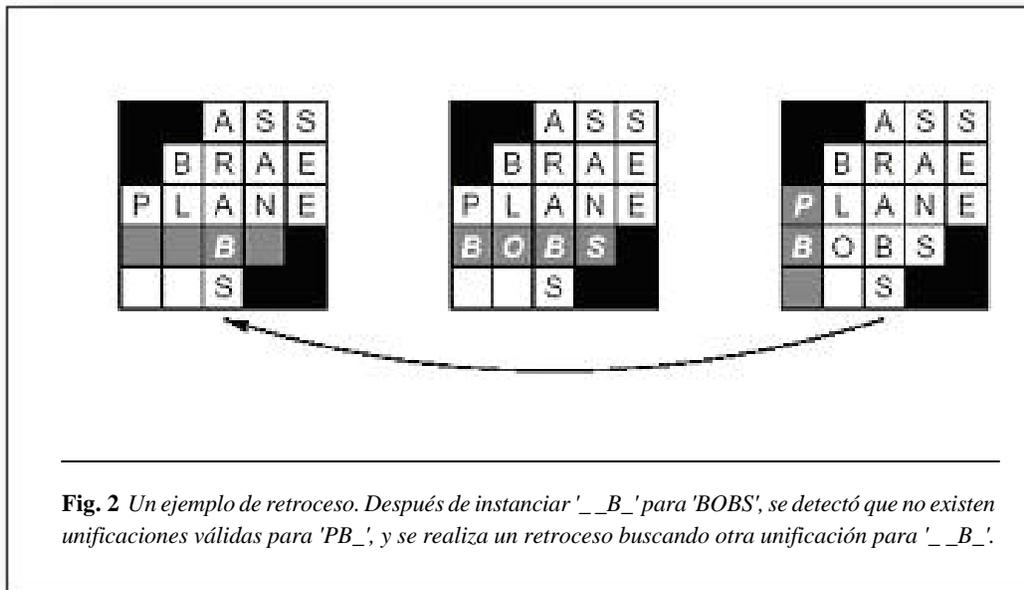
### Método de completamiento palabra por palabra

El método de completamiento **palabra por palabra** consiste en llenar la cuadrícula haciendo búsquedas de ranuras de palabras vacías o parcialmente vacías y completándolas con palabras del diccionario. Se dice parcialmente vacías porque puede ocurrir que en las celdas compartidas de esa ranura de palabra existan letras, por lo que el proceso sería tomar el patrón y buscar una palabra en el diccionario que unifique con él (figura 1). El método termina cuando la cuadrícula está llena, esto quiere decir que no existen más ranuras de palabras por completar.

Si en cualquier punto de la cuadrícula no es posible encontrar una palabra en el diccionario que se pueda poner en la ranura de palabra, entonces se hace un retroceso para encontrar otro patrón que pueda ser llenado.<sup>9</sup> (Ver figura 2.)

Es importante notar que este método está dirigido a la construcción de crucigramas teniendo en cuenta la geometría del mismo.





**Fig. 2** Un ejemplo de retroceso. Después de instanciar ' \_ \_B\_ ' para 'BOBS', se detectó que no existen unificaciones válidas para 'PB\_', y se realiza un retroceso buscando otra unificación para ' \_ \_B\_ '.

## APLICACIONES ACTUALES

En la actualidad, es posible encontrar softwares que permitan al usuario generar o construir crucigramas y exportarlos a un formato interactivo para web para que sean resueltos posteriormente. Otros programas son juegos que contienen un número de crucigramas preestablecidos que el usuario puede escoger y resolverlos. En la tabla 1 se exponen algunas de estas aplicaciones, teniendo en cuenta características como precio, compañías que los comercializan, la base teórica y si son generadores de crucigramas, juegos o ambos (tipo).<sup>15</sup>

## ALGORITMO DESARROLLADO

### PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CRUCIGRAMAS

Las metas en este trabajo están dirigidas a encontrar una forma mediante la cual un profesor, que prepare un curso a distancia, pueda brindar a sus estudiantes uno o varios crucigramas con el fin de motivarlos.

Hay que tener en cuenta que el profesor puede dar un glosario de términos para especificar definiciones o términos que a él le interesa que sus alumnos dominen. Está claro que el glosario de términos dado por el profesor está generalmente formado por pocas palabras (puede ser entre 30 y 90 términos).

Como se pudo apreciar anteriormente, el problema de construcción de crucigramas representa un tipo de estos a los que varios autores llaman crucigramas restringidos, debido a que la configuración de la cuadrícula y la lista de palabras son conocidas antes de la ejecución del programa.<sup>10</sup> Existe una diferencia entre los crucigramas restringidos y los no restringidos, mientras que los primeros se orientan a la forma geométrica de la cuadrícula, los no restringidos se centran en el diccionario. Para los objetivos de la educación a distancia son más relevantes los no restringidos, debido a que lo más común es que se diseñen cursos en los que el diccionario (glosario de términos) no sea muy extenso, puede ser una lista de 50 palabras. Si se parte de la forma

geométrica sería casi imposible completar un crucigrama con una lista de tales dimensiones, no así, si se va construyendo la forma geométrica a medida que se insertan palabras en la cuadrícula. Cuando se piensa en construir un crucigrama, si se parte del problema de construcción de crucigramas clásico, es necesario contar con un diccionario o lista de palabras lo suficientemente grande, que permita brindar al algoritmo que genera el crucigrama varias posibilidades de combinar palabras y permitir además la posibilidad de realizar retrocesos con el fin de cambiar la palabra por otra que cumpla determinados requisitos para llenar el patrón.

En el problema que se analiza en este trabajo, si se tiene una lista muy grande de palabras, se puede incumplir el objetivo de lograr que el estudiante recuerde las definiciones más importantes de un tema impartido. Esto puede implicar que el estudiante se desmotive, al tener que recordar un conjunto muy grande de definiciones para resolver un crucigrama de un tema. De aquí que sea necesario enfocar la construcción de crucigramas a una forma que permita generarlo a partir de una pequeña lista de palabras, sin importar la forma geométrica.<sup>16</sup>

### Ideas básicas del algoritmo

Teniendo en cuenta el análisis anterior se pensó en diseñar un algoritmo que permitiera cruzar palabras. Las palabras pueden obtenerse a partir de un diccionario o glosario de términos definido por el profesor, o por una palabra que él desee insertar directamente en la cuadrícula.

En el caso que se analiza, no se parte de una geometría del crucigrama por lo tanto no existen ranuras de palabras previamente establecidas, estas se establecen a medida que se insertan palabras en la cuadrícula; por lo que en este caso nunca se encontrarán ranuras de palabras vacías. El método de completamiento palabra por palabra consiste en llenar la cuadrícula haciendo búsquedas de ranuras de palabras vacías o patrones y completándolos con palabras del diccionario. En este trabajo

se pensó en utilizar el método de completamiento palabra por palabra pero en lugar de buscar ranuras de palabras vacías o patrones en la cuadrícula lo que se busca es algún caracter que permita cruzar la palabra que se desea insertar con una ya ubicada en la matriz. La figura 3 muestra un ejemplo para el caso en que ya existe una palabra en la cuadrícula y es necesario ubicar una nueva palabra.

En el ejemplo de la figura 3 la palabra que se desea insertar es 'RBC', la ranura de palabra se calcula de la siguiente forma: se busca un caracter coincidente entre la nueva palabra y la que ya ha sido insertada. El caracter coincidente para este ejemplo es 'C', si la palabra que contiene el caracter de cruce está en dirección horizontal, la nueva palabra se ubicará en dirección vertical y la posición para la nueva ranura de palabra se calcula de la siguiente forma:

- Se determina la posición que ocupa el caracter de cruce en la palabra que se desea insertar, en este ejemplo es la posición 3 para el caracter 'C' en 'RBC'.
- Se determina la posición que ocupa el caracter de cruce en la palabra ubicada en la cuadrícula, en este ejemplo es la posición 1 para 'C' en 'CASOS'.
- Como la palabra 'CASOS' tiene orientación horizontal, a la fila donde se encuentra ubicada se le resta la posición que ocupa 'C' en 'RBC' menos 1, en este caso el resultado es 2, por lo tanto si 'CASOS' estaba en la fila 4, 'RBC' comenzará a partir de la fila 2.
- La columna se calcula sumándole a la columna que ocupa la palabra ya ubicada en la cuadrícula la posición del caracter de cruce en esa palabra menos 1, en el ejemplo, 'CASOS' ocupa la columna 2 y la posición del caracter de cruce 'C' es 1, por lo tanto la columna para la nueva palabra será 2.

La nueva palabra para este ejemplo ocupará la posición (2,2) en la cuadrícula, como se aprecia en la figura 3.

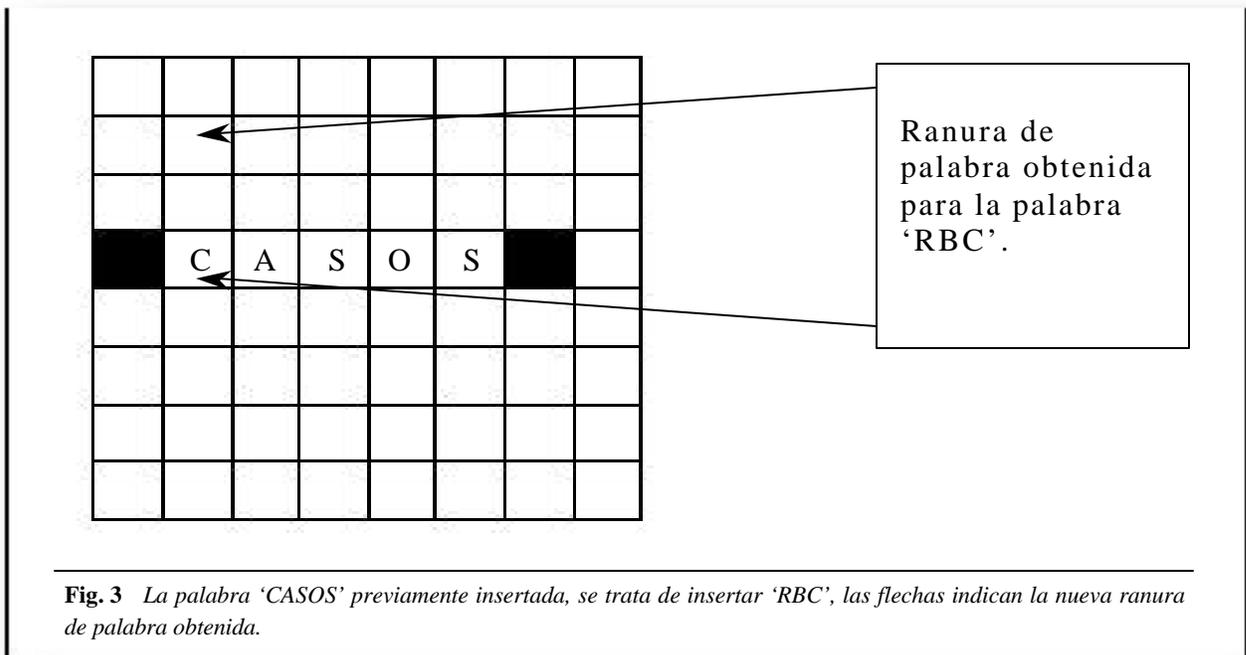
Si se supone que existen varias palabras insertadas en la cuadrícula el proceso sería buscar en toda la matriz un caracter de cruce que esté disponible, esto quiere decir que no haya intercepción de ranuras de palabras en la celda que contiene el caracter. Evidentemente recorrer toda la matriz haría muy ineficiente el algoritmo. Para resolver esta situación se pensó en tener una lista de palabras ubicadas, donde se almacenen los siguientes datos:

- La palabra.
- La fila y columna que ocupa en la cuadrícula.
- La orientación: horizontal o vertical.

Con esta lista de palabras ubicadas no es necesario recorrer la cuadrícula completa buscando caracteres coincidentes, la búsqueda se restringe solamente a la lista, pero era necesario pensar en un método que permitiera mostrar en cada momento los caracteres disponibles para cada palabra ubicada.

La posibilidad de tomar la palabra y hacerle una marca en la posición que ocupa el caracter utilizado es una buena opción. De esta forma se incluyó en la lista de palabras ubicadas otro dato: se le llamó **patrón de cruce**. En el **patrón de cruce** de una palabra ubicada, cada caracter utilizado es sustituido por el caracter '?'.<sup>16</sup> Una forma aproximada del almacenamiento de palabras en la lista puede ser mostrado en la figura 4.

Nótese que cuando la palabra 'CASOS' es insertada por primera vez el valor del **patrón de cruce** es la propia palabra, esto indica que todos sus caracteres están disponibles. Cuando se inserta la palabra 'RBC' en la matriz, los datos en la lista de palabras ubicadas tomarían la forma mostrada en la figura 5.



**Fig. 3** La palabra 'CASOS' previamente insertada, se trata de insertar 'RBC', las flechas indican la nueva ranura de palabra obtenida.

**TABLA 1**  
**Algunos programas desarrollados para la construcción de crucigramas**

Nombre del Software	Compañía	Precio	Base teórica	Tipo
PROVERB	Trabajo de investigación desarrollado por la Universidad de Duke		Problema de construcción de crucigramas	Generador
Crossword Creator	Centron Software	\$ 64,90	Problema de construcción de crucigramas no restringidos	Generador
Crossword Compiler	ShareIt & SWREG	\$ 89,00 paquete estándar \$ 159,00 paquete profesional	Problema de construcción de crucigramas Problema de construcción de crucigramas no restringidos	Generador
Crossdown 6.0	Crossdown	\$ 59,95	Problema de construcción de crucigramas	Generador y juego
Clic 3.0	Francesc Busquets	Free	Problema de construcción de crucigramas	Generador
New York Times Crossword Puzzles	ATARI	\$ 8,25	Problema de construcción de crucigramas	Juego
Coded Crosswords	Tracker Software	\$ 10,00	Problema de construcción de crucigramas	Juego
CompuCrissCrow	COMPUNAC	\$ 19,00	Problema de construcción de crucigramas.	Juego
Tracker Fill in Crosswords	Tracker Software	\$ 10,00	Problema de construcción de crucigramas	Juego
Tracker Crossword 2.0.	Tracker Software	\$ 20,00	Problema de construcción de crucigramas	Juego
Mistery Crosswords.	Tracker Software	\$ 10,00	Problema de construcción de crucigramas	Juego
Skeleton Crosswords	Tracker Software	\$ 10,00	Problema de construcción de crucigramas	Juego
Software programado en PROLOG para generar crucigramas y sopas de letras	Trabajo de investigación realizado en la CUJAE	-	Problema de construcción de crucigramas no restringidos	Generador

En las figuras 4 y 5 puede notarse el cambio que sufre el **patrón de cruce** en cada palabra ubicada. En este punto al tratar de ubicar una palabra que contenga 'C' no se puede porque en los patrones no existe ningún carácter coincidente. Esto quiere decir que en la matriz la celda que contiene el carácter 'C' es una celda compartida.

En la figura 4 se pudo apreciar una ranura de palabra. Puede ocurrir que esa ranura de palabra esté totalmente disponible y por lo tanto es posible insertar en ella la palabra deseada, pero puede ocurrir que aun cuando se encuentre una ranura de palabra, esta puede contener otros caracteres que impiden la posibilidad de ubicar la nueva palabra en la cuadrícula.<sup>15</sup> (Ver figura 6.)

Como se puede apreciar en la figura 6, en la ranura de palabra encontrada no es posible ubicar la palabra deseada debido a que no está totalmente disponible. Existe un cuadrado negro al principio, en la posición que debía ocupar el carácter 'R'. Por esta razón cada vez que una ranura de palabra es localizada es necesario hacer un análisis de la misma:

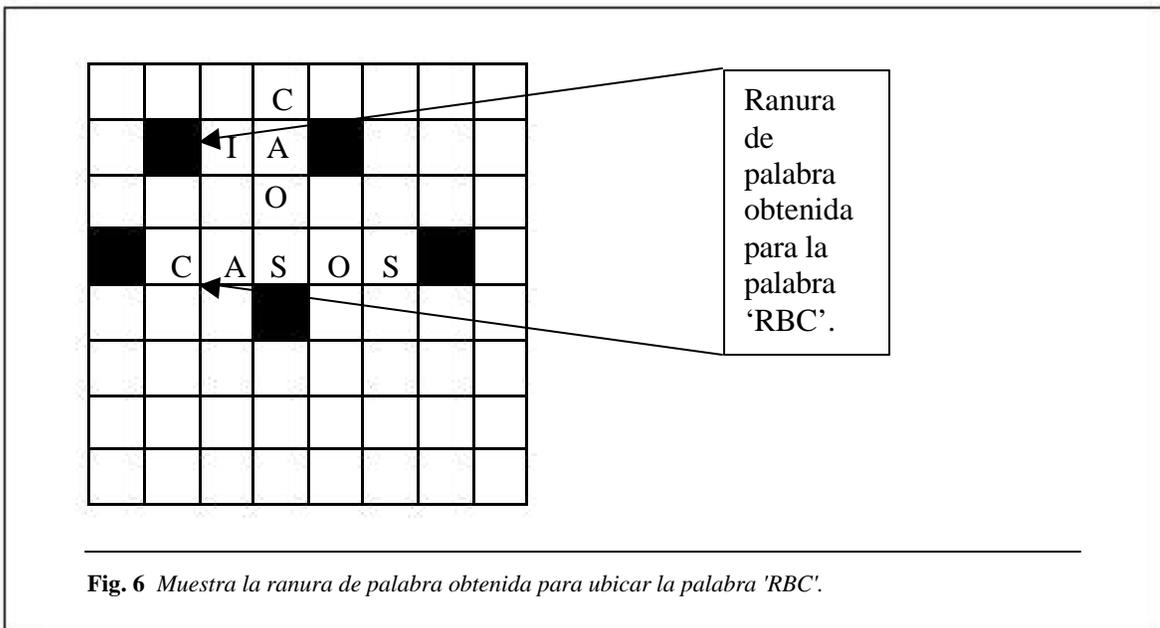
- Si la ranura contiene un cuadrado negro, la palabra no se puede ubicar.
- Si no es posible poner los cuadrados negros en los extremos de la ranura porque existen caracteres de otras palabras, la palabra deseada no se puede ubicar. (Ver figura 7.)

Palabras	Fila	Columna	Orientación	Patrón de cruce
CASOS´	4	2	HORIZONTAL	`CASOS´

**Fig. 4** Lista de palabras ubicadas.

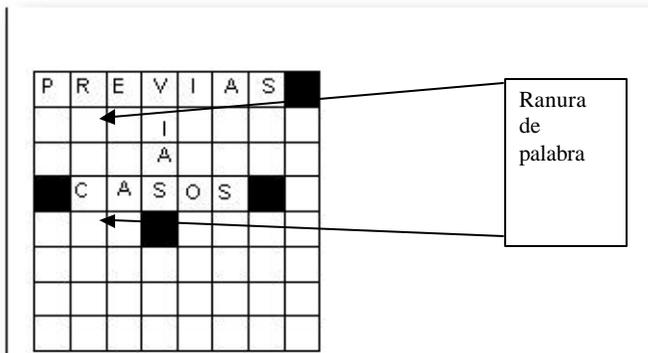
Palabra	Fila	Columna	Orientación	Patrón de cruce
`CASOS´	4	2	HORIZONTAL	`?CASOS´
`RBC"	2	2	VERTICAL	`RB?´

**Fig. 5** Una actualización en la lista de palabras ubicadas.

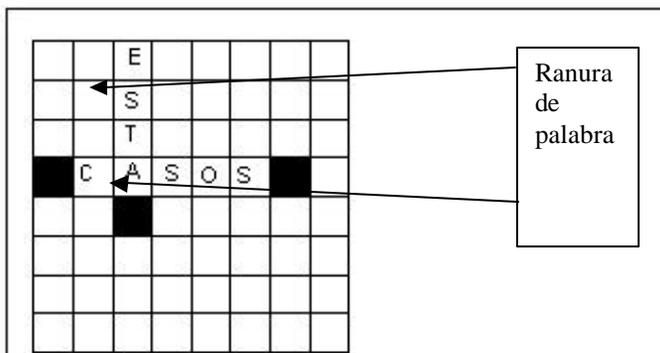


Si alrededor de la ranura de palabra encontrada existen caracteres, la palabra deseada no se puede ubicar. (Ver figura 8.)

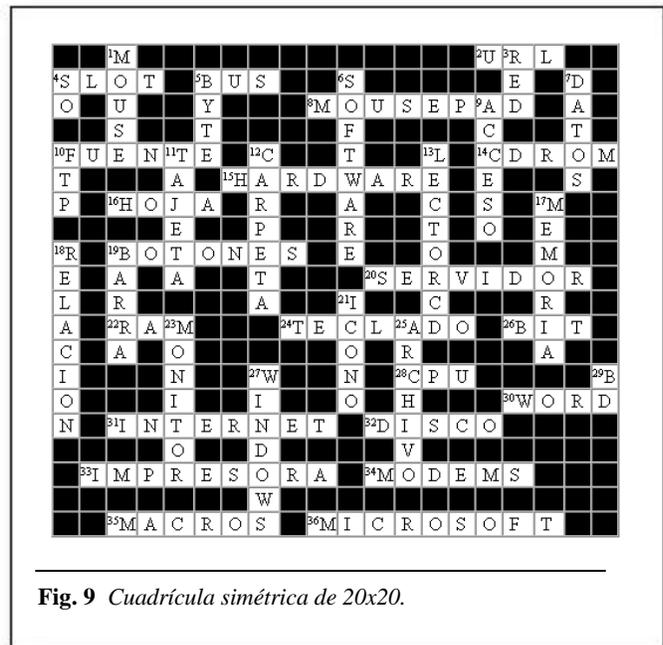
El último punto garantiza la no formación de patrones que impliquen la obtención de nuevas palabras no incluidas en el glosario de términos dado por el profesor del curso. El algoritmo anterior fue implementado utilizando el lenguaje de programación Borland Delphi en su versión 7, obteniéndose un software que varias funcionalidades para la construcción de crucigramas. El programa permite también la obtención de sopas de letras a partir de los crucigramas generados. A continuación se muestran ejemplos de un crucigrama y una sopa de letras obtenida con el programa.<sup>15</sup> (Ver figuras 9 y 10.)



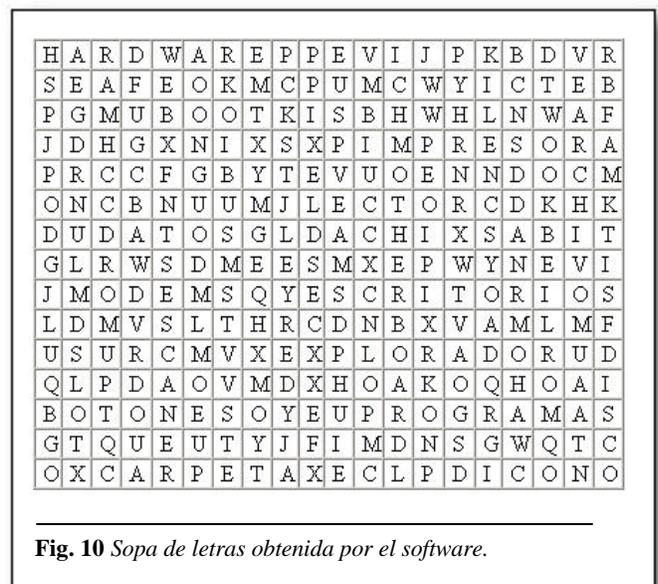
**Fig. 7** Muestra de una ranura de palabra detectada para insertar 'RBC', pero no es posible porque no se puede poner el cuadro negro antes de la R, al ocurrir esto se formaría una palabra que no está en el glosario de términos: 'RRBC'.



**Fig. 8** Muestra de una ranura de palabra completada justamente al lado de la ranura detectada para 'RBC'. Si se ubica 'RBC' allí, se formarían nuevos patrones en sentido horizontal. Al no ubicar 'RBC' se garantiza la no formación de patrones que impliquen la obtención de nuevas palabras no incluidas en el glosario de términos.



**Fig. 9** Cuadrícula simétrica de 20x20.



**Fig. 10** Sopa de letras obtenida por el software.

## PROGRAMA QUE IMPLEMENTA EL ALGORITMO DESARROLLADO

El programa que implementa el algoritmo fue elaborado en el lenguaje de programación Borland Delphi en su versión 7.0. El software ofrece varias posibilidades a través de una interfaz agradable:

- Permite almacenar el crucigrama activo y cargar uno previamente guardado.
- Para el trabajo con el diccionario se brinda la posibilidad de que el usuario genere el diccionario o glosario de palabras en un formato de fichero válido que puede almacenar y cargar el programa.

- Brinda la posibilidad de introducir y revisar definiciones de las palabras que ya han sido ubicadas en la matriz.

Los crucigramas generados, la solución y sopas de letras son convertidos a formato HTML y XML.

El programa permite que el usuario especifique las coordenadas de la cuadrícula, puede especificar coordenadas para cuadrículas no simétricas. (Ver figuras 11 y 12.)

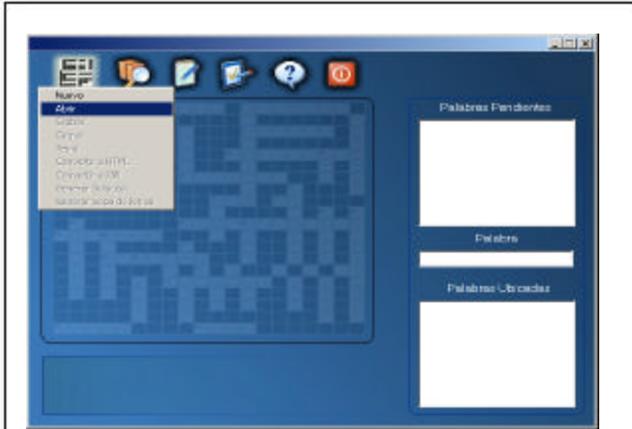


Fig. 11 Algunas opciones que permite realizar el software.



Fig. 12 Generando un crucigrama.

## CONCLUSIONES

La educación a distancia es un proceso en desarrollo, pero a pesar de sus grandes beneficios lo que más preocupa a las organizaciones educacionales es el problema de los abandonos. Muchos coinciden en que estos se originan por la falta de motivación que en algunos casos está presente en los individuos, por lo que se hace necesario incluir herramientas de motivación en este tipo de cursos, en este caso se expuso la posibilidad de utilizar crucigramas y se explicó un algoritmo desarrollado para la construcción de crucigramas no restringidos. El algoritmo fue implementado dentro de un software que permite la utilización práctica de los resultados dentro de los programas de educación a distancia que se desarrollan en el país y especialmente en la Cujae. [2]

## REFERENCIAS

1. GINSBERG, MATTHEW L.: *Search Lesson Learned from Crossword Puzzles*, 1990.
2. VERA, MARCELO: *Herramientas para la Educación a Distancia*. Universidad de Florida del Sur. Tampa. Florida. USA. mayo, 2002.
3. GALLEGO RODRÍGUEZ, ALEJANDRINO Y EVA MARTÍNEZ CARO: *Estilos de aprendizaje y e-learning. Hacia un mayor rendimiento académico*. Departamento de Economía de la Empresa, Universidad Politécnica de Cartagena, 2001.
4. VALENZUELA GONZÁLEZ, JAIME RICARDO: *Motivación en la Educación a Distancia*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Universidad Virtual, octubre, 1999.
5. CORREDOR MONTAGUT, MARTHA VITALIA; JEAN MICHEL CHAUPORT AND GLORIA INÉS MARÍN: *Módulos con extensiones multimedia para apoyar la EaD*. IV Congreso RIBIE, Brasilia, 1998.
6. ROSETE, ALEJANDRO Y OTROS: *Los crucigramas y puzzles en la enseñanza no presencial*, TelEduc'03, II Simposio Internacional de Tele-educación y Formación Continua, Ciudad de La Habana, Cuba, 17-22, mayo, 2003.
7. ROSETE, ALEJANDRO Y OTROS: *Experiencias con un curso semipresencial de Lógica*, Ciudad de La Habana, Cuba, TelEduc'03, 2003.
8. PEÓNAGUIRRE, RODOLFO: *La educación a distancia: la modalidad educativa que posibilita eficazmente la educación continua*. Universidad de Sonora, septiembre, 1998, www.uson.mx/unison/educadis.
9. MEEHAN, GARY AND PETER GRAY: *Constructing Crossword Grids: Use of Heuristics vs Constraints*. September 17, 1997.
10. CAMBON JENCEN, SIK: *Design and Implementation of Crossword Compilation Programs Using Sequential Approaches*. Imada Oence University. October, 1997.
11. ANDREASEN, PETER: *Crossword and Information Theory*, December, 17, 2000.
12. SILLITO, JONATHAN: *Arc Consistency for General Constraint Satisfaction Problems and Estimating the Cost of Solving Constraint Satisfaction Problems*. Department of Computer Science, Alberta University, 2000.
13. BEACHMAN, ADAM; XINGUANG CHEN; JONATHAN SILLITO AND PETER VANBEEK: *Constraint Programming Lessons Learned from Crossword Puzzles*. Dep. Computing Science, University of Alberta, Edmonton Canada, 1996.
14. JAMES J., LU; S. JEFFREY ROSENTHAL AND ANDREW E. SHAFFER: *A Case Study in the Meta-Reasoning Procedure ND*. September 5, 2001.
15. RÍO IZNAGA, ERDUIN DEL: *Juegos para adultos en la educación a distancia. Informe Técnico del Trabajo Profesional*. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"; Facultad de Ingeniería Industrial. Centro de Estudios de Ingeniería y Sistemas, s/f.
16. AREAN RODRÍGUEZ, YOANNIA: "Construcción de crucigramas como recurso de motivación en la Educación a Distancia", Tesis presentada en opción del título de Máster en Informática Aplicada a la Ingeniería y la Arquitectura. (Próxima discusión).