

El método de Hamming, una aproximación desde el software educativo

Hamming's method, an approach from educational software

Elíades Sánder Ávalo Fondín¹ (xander@ult.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-6785-9002>)

Dayana de la Caridad Rivero Hernández² (dayanarh@ult.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-6683-8517>)

Osmany Nieves Torres³ (osmanynt@ult.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0003-0749-494X>)

Resumen

La investigación presenta una propuesta de software educativo para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del método de Hamming en la asignatura Redes de Computadoras. De igual forma, se tratan las características fundamentales del software educativo, así como los principales elementos a tener en cuenta para su desarrollo. El trabajo tiene su origen en la necesidad de elaborar un software educativo como medio de enseñanza que facilite la comprensión del método de Hamming para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática. La prioridad estuvo dirigida a una propuesta de aplicación visual desarrollada en Java que demuestre el procedimiento a seguir para la detección y rectificación de errores en una cadena por medio de este método. El principal resultado radica en que la asignatura pueda contar con una propuesta de software educativo para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta temática.

Palabras claves: software educativo, método de Hamming, detección de errores, corrección de errores.

Abstract

The research presents a proposal for educational software to favor the teaching-learning process of the Hamming method in the Computer Networks subject. The fundamental characteristics of educational software are discussed as well as the main elements to take into account for its development. The work has its origin in the need to develop educational software as a didactic material that facilitates the understanding of the Hamming method for students of the Informatics Engineering career. The priority was directed to a proposal for a visual application developed in Java that demonstrates the procedure to follow for the detection and rectification of errors by means of this method.

¹ Licenciado en Educación, Inglés. Profesor Asistente. Departamento de Informática. Universidad de Las Tunas. Cuba.

² Máster en Informática Aplicada. Ingeniera en Telecomunicaciones. Profesor Auxiliar. Departamento de Informática. Universidad de Las Tunas. Cuba.

³ Máster en Nuevas Tecnologías. Licenciado en Matemática-Computación. Profesor Auxiliar. Departamento de Informática y Grupo Editorial de la Universidad de Las Tunas. Cuba.

The main result is a new educational software proposal for the subject to support the teaching-learning process.

Key words: Educational software, Hamming method, error detection, error correction.

El software educativo en el contexto educacional cubano

Las instituciones educativas de todo el mundo urgen, cada vez con mayor premura, de entornos educativos que den respuestas a las apremiantes necesidades que afrontan. Entre estas necesidades se podrían enumerar, aunque no de manera exhaustiva, la cada vez menor cantidad de profesionales preparados para asumir la docencia en los diferentes niveles educacionales, el veloz avance de la ciencia y la tecnología que implica la renovación constante de los planes de estudio y la superación de los claustros. Son también necesidades, el reconocimiento de que todos los individuos aprenden a partir de experiencias personales distintas y a ritmos de aprendizaje desiguales, el espacio ganado por los enfoques que combinan recursos multimedia como textos, imágenes, sonidos y videos avalados por el desarrollo de ciencias tales como la psicología y la didáctica (Sacristán, 2015). Finalmente, la virtualización de los entornos educativos para simplificar el desarrollo de las actividades docentes en la distancia, desde los hogares, que ha pasado de ser tendencia a una necesidad en el contexto del azote mundial de la pandemia del virus SARS-CoV-2 y la COVID-19 (Grande de Prado, García, Corell y Abella, 2020; Vialart, 2020).

Durante los últimos años en Cuba, se han dirigido esfuerzos al desarrollo de software educativos para los diferentes niveles del sistema educativo. Para esta labor se crearon los Centros de Estudios de Software Educativo subordinados a las Universidades de Ciencias Pedagógicas en cada provincia del país. De esta labor surgieron las colecciones de software educativo “Multisaber”, para la enseñanza primaria, “El Navegante”, para la enseñanza secundaria y la colección “Futuro”, para el preuniversitario (Hurtado y otros, 2009). Los esfuerzos para el desarrollo de software educativo en el contexto universitario solo abarcaron las carreras pedagógicas y no recogen el contenido del resto de las carreras de este nivel.

Las tendencias nacionales actuales para el desarrollo de software educativo impulsan la puesta en práctica de metodologías que favorecen el aprendizaje de los estudiantes, donde estos no son sujetos pasivos del proceso, sino que se convierten en entes activos, capaces de descubrir soluciones por medio de la interacción con el software educativo. En la carrera Ingeniería Informática, y en particular en la asignatura Redes de Computadoras, se ponen en práctica disímiles productos informáticos con propósitos educativos entre los que se encuentran RouterSim que es utilizado para simular la conexión de redes de mediana complejidad, la herramienta VM Workstation utilizada para el trabajo con máquinas virtuales, en conjunto con multimedias elaboradas por profesores de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) (Rivero, 2011).

Mención individual merece el software educativo que precede al producto informático que se propone en la actual investigación: Huffman Decoder (Rivero, 2011). Huffman

Decoder tiene una relación especial con el software que se presenta en este trabajo debido a que los métodos de Huffman y Hamming usualmente son utilizados en conjunto para codificar y asegurar que el mensaje a transmitir sea eficiente y pueda recuperarse ante posibles errores durante el proceso de transmisión y recuperación de la información. La mencionada investigación sirve de base para la presente propuesta.

La necesidad de elevar la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Redes de Computadoras, así como el carácter procedimental del proceso de detección y rectificación de errores haciendo uso del método de Hamming demandan un medio de enseñanza que simplifique su complejidad y favorezca la comprensión de esta temática por parte de los estudiantes.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura redes de computadoras

Se abordarán los referentes teóricos del software educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Redes de Computadoras. Se hará referencia además al estudio de sistemas homólogos realizado, con el objetivo de incluir en la solución a desarrollar, las características necesarias para la correcta implementación de la propuesta, así como a las metodologías, herramientas y lenguaje de programación empleados.

Informatización del proceso de enseñanza-aprendizaje

El proceso de enseñanza-aprendizaje es el procedimiento mediante el cual se transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia, sus dimensiones en el fenómeno del rendimiento académico a partir de los factores que determinan su comportamiento (Hurtado y otros, 2009).

El proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por su complejidad y por la cooperación de un conjunto de componentes personales y no personales.

Componentes personales del proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Profesor
- Alumno
- Grupo

Componentes no personales del proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Objetivos
- Contenidos
- Formas de organización
- Métodos
- Medios
- Evaluación

Autores como Gutierrez (2020), confirman la prioridad de desplegar acciones con el uso de los recursos informáticos, de modo que el profesor pueda responder a las necesidades del conocimiento demandadas por la sociedad y que le permitan identificarse con la labor a desempeñar, para dinamizar, investigar y proponer soluciones a los problemas a los que se enfrenta durante su planificación y desarrollo.

La informatización del aprendizaje contribuye a la mejora en los contenidos, la forma de elaboración del aprendizaje y la comunicación entre los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, posibilita la reducción del tiempo de formación y satisfacer las necesidades sociales, innovando los procesos de formación presencial y virtual desde un aprendizaje autónomo, activo y colaborativo de los estudiantes (Martínez, 2019).

La informatización del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un software educativo, por tanto, implica permitir la interactividad de los componentes personales del proceso a los componentes no personales del proceso.

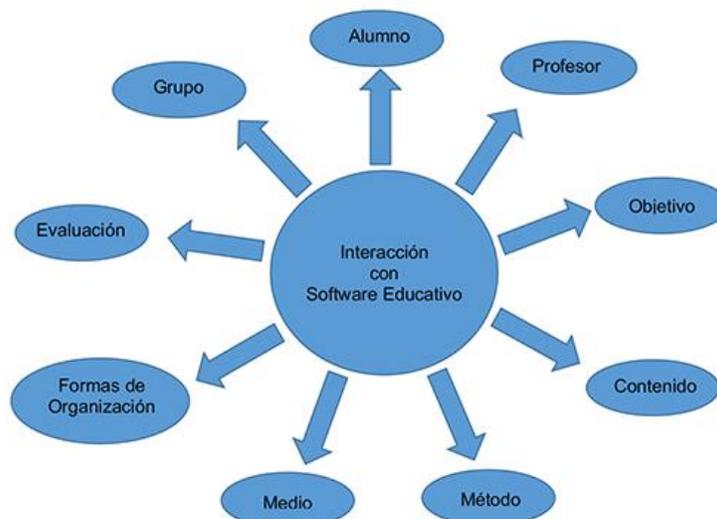


Figura 1 Componentes personales y no personales del proceso de enseñanza-aprendizaje en interacción con el software educativo.

Autores como Márquez, Márquez y Márquez (2018) definen el software educativo como un programa o conjunto de instrucciones para cualquier dispositivo con un procesador capaz de ejecutarlo, creado con la finalidad específica de ser utilizado como medio didáctico que oriente los procesos de enseñanza-aprendizaje en lo instructivo y axiológico. Otros autores, como Maldonado, Vera, Ponce y Tóala (2020), consideran que hace referencia a los programas educativos o programas didácticos interactivos, creados con la finalidad específica de ser utilizados para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

De forma general, entre los rasgos fundamentales que caracterizan las definiciones consultadas, se destacan que el software educativo es un tipo particular de aplicación informática que se ejecuta en diversos dispositivos y sistemas operativos y que son concebidos para servir de soporte al proceso pedagógico. Por esta razón y en el contexto de esta investigación, se asume como software educativo, al programa informático con intenciones didácticas que actúa como medio de enseñanza en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje con el Método de Hamming

En el proceso de comunicación y envío de mensajes con el uso de las actuales tecnologías, existen diferentes errores al intercambiar información. Un código Hamming es un código de bloque capaz de identificar y corregir cualquier error de bit simple que ocurra dentro de él. El código Hamming debe su nombre a su desarrollador y descubridor Richard Hamming (Ávila, 2011).

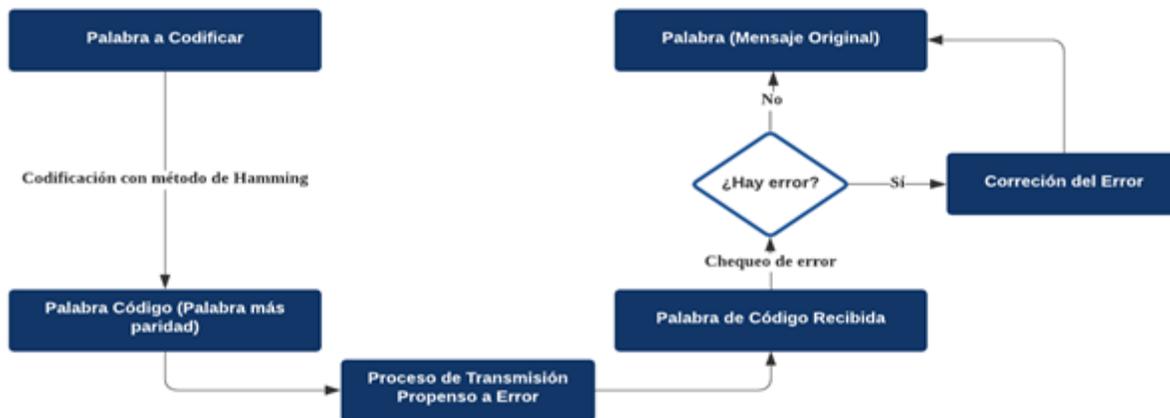


Figura 2 Proceso de codificación, transmisión y decodificación.

A continuación, se muestran diagramas de flujos que representan los pasos lógicos a seguir para codificar y decodificar haciendo uso del método de Hamming.

Codificación:

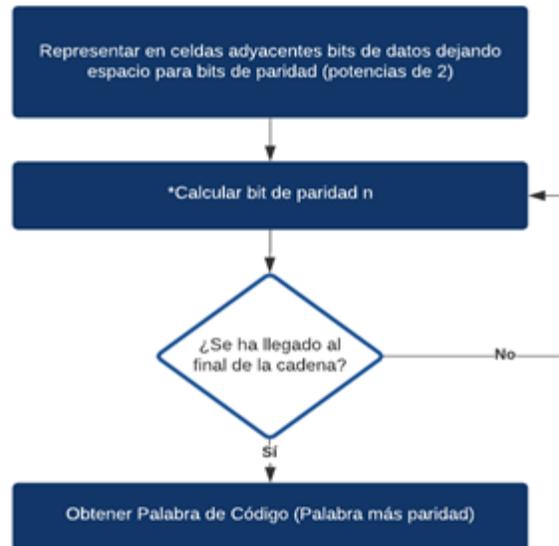


Figura 3 Diagrama de flujo de los pasos lógicos para la codificación en el método de Hamming.

Decodificación:

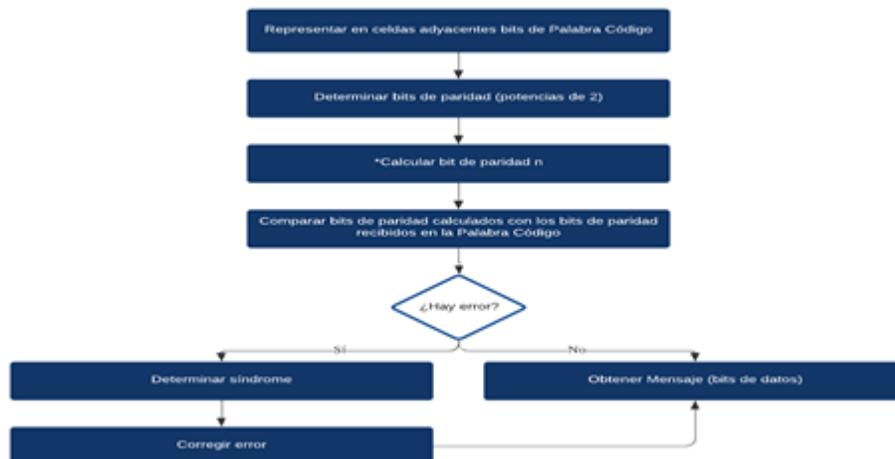


Figura 4 Diagrama de flujo de los pasos lógicos para la decodificación en el método de Hamming

En los diagramas anteriores se hace referencia a un subproceso que hemos denominado “Calcular bit de paridad n” que, debido a que es común al proceso de codificación y decodificación y por motivos de simplificación de los pasos lógicos, hemos decidido mantener separado de los diagramas de flujo anteriores.

Calcular bit de paridad n:

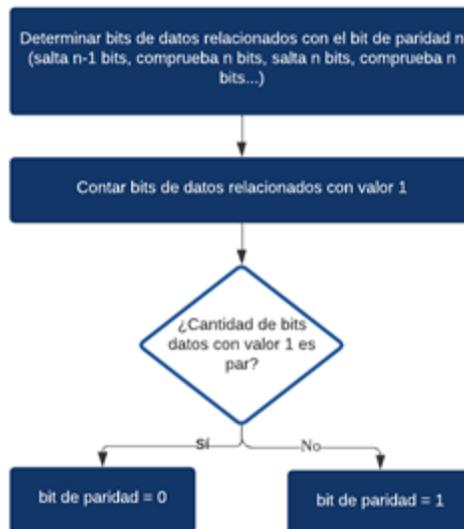


Figura 5 Diagrama de flujo de los pasos lógicos para el cálculo del bit de paridad en el método de Hamming.

Análisis de sistemas informáticos en la asignatura Redes de Computadoras

Durante los últimos años en Cuba, se han dirigido esfuerzos al desarrollo de software educativos para los diferentes niveles del sistema educativo. Para esta labor se crearon los Centros de Estudios de Software Educativo subordinados a las Universidades de Ciencias Pedagógicas en cada provincia del país. De esta labor surgieron las colecciones de software educativo Multisaber, para la enseñanza primaria, El Navegante, para la enseñanza secundaria y la colección Futuro, para el preuniversitario (Ávila, 2011). Los esfuerzos para el desarrollo de software educativo para el contexto universitario solo abarcaron las carreras pedagógicas y no recogen el contenido del resto de las carreras de este nivel.

Las tendencias nacionales actuales para el desarrollo de software educativo impulsan la puesta en práctica de metodologías que favorecen el aprendizaje activo de los estudiantes, donde estos no son sujetos pasivos del proceso, sino que se convierten en entes activos capaces de descubrir soluciones por medio de la interacción con el entorno del software educativo. En la carrera Ingeniería Informática, y en particular en la asignatura Redes de Computadoras, se ponen en práctica disímiles productos informáticos con propósitos educativos entre los que se encuentran RouterSim que es utilizado para simular la conexión de redes de mediana complejidad, la herramienta VM Workstation utilizada para el trabajo con máquinas virtuales, en conjunto con multimedias elaboradas por profesores de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) (Rivero, 2011).

Por otro lado, es válido resaltar el software educativo que precede al producto informático que se propone en la actual investigación: Huffman Decoder de la autora

Rivero (2011). Huffman Decoder tiene una relación especial con el software que se propone en este trabajo debido a que los métodos de Huffman y Hamming usualmente son utilizados en conjunto para codificar y asegurar que el mensaje a transmitir sea eficiente y pueda recuperarse ante posibles errores durante el proceso de transmisión y recuperación de la información. Esa investigación sirve de base para la presente propuesta.

En este contexto, en la asignatura Redes de Computadoras de la carrera Ingeniería Informática, se ha hecho manifiesto que la complejidad de método de Hamming para la detección y corrección de errores en la información transmitida conlleva a que la resolución de ejercicios por parte de los estudiantes sea propensa a errores y que muchas veces los estudiantes no comprendan en su totalidad los principios que hacen que este método sea efectivo.

A continuación, se muestra un recuadro en el que se comparan los principales sistemas informáticos utilizados como software educativo en la enseñanza cubana. Se tomaron como indicadores el nivel de enseñanza al que va dirigido el software, los objetivos con que fueron diseñados y si admiten ejercicios personalizados por el profesor. Finalmente se adjunta una columna dedicada a las limitaciones de ese sistema para dar solución al problema de investigación planteado.

Tabla 1 Sistemas similares

Software	Nivel de enseñanza	Objetivos	Ejercicios personalizados	Limitantes
Moodle	General	Herramienta de gestión de aprendizaje	Permite la elaboración de ejercicios personalizados por el profesor	No permite la creación de ejercicios con una interactividad alta
Colección Multisaber	Educación primaria	Medios de enseñanza con carácter curricular	No permite la elaboración de ejercicios personalizados por el profesor	Enfocado a la educación primaria
Colección Navegante	Educación secundaria	Medios de enseñanza con carácter curricular	No permite la elaboración de ejercicios personalizados por el profesor	Enfocado a la educación secundaria

Colección Futuro	Educación preuniversitaria	Medios de enseñanza con carácter curricular	No permite la elaboración de ejercicios personalizados por el profesor	Enfocado a la educación preuniversitaria
RouterSim	Software de propósito general	Simular la conexión de redes de mediana complejidad	Puede ser usado como medio de enseñanza en la solución de ejercicios personalizados	No se orienta a la detección y corrección de errores
VMWorkstation	Software de propósito general	Virtualización	Puede ser usado como medio de enseñanza en la solución de ejercicios personalizados	No se orienta a la detección y corrección de errores
Huffman Decoder	Educación universitaria	Medio de enseñanza con carácter curricular para la asignatura Redes de Computadoras en la educación universitaria	Permite la elaboración de ejercicios personalizados por el profesor	No se orienta a la detección y corrección de errores

A partir de la tabla anterior se evidencia que las principales limitantes de los sistemas precedentes se relacionan con la falta de flexibilidad para personalizar los ejercicios interactivos, sistemas no orientados al sistema educativo universitario y que no tratan el problema seleccionado para la investigación.

La necesidad de elevar la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Redes de Computadoras, así como el carácter procedimental de la codificación y la decodificación haciendo uso del método de Hamming demandan un medio de enseñanza que simplifique su complejidad y favorezca la comprensión de esta temática por parte de los estudiantes.

HammingSinError: propuesta de software educativo para facilitar el aprendizaje del método de hamming

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que debe tener el software:

- Requerimientos de apariencia o interfaz externa: La interfaz debe ser sencilla, amigable, legible, simple de usar y manteniendo una misma línea de principio a fin.

- **Requerimientos de Software:** La aplicación funciona con la instalación de la máquina virtual de JAVA.
- **Requerimientos de Hardware:** El sistema deberá constar de una computadora con requerimientos mínimos de hardware que permitan la ejecución de la máquina virtual de JAVA (512 MB de RAM).
- **Requerimientos de Soporte:** La aplicación debe ser de fácil instalación, con independencia de sus diferentes partes para el mantenimiento. Debe incluir ayuda o manual de usuario en todo momento para su manipulación.
- **Requerimientos legales:** El sistema es de código abierto y acceso libre, por lo cual podrá ser utilizado por cualquier organización.
- **Requerimientos de Confiabilidad:** El sistema debe estar preparado ante cualquier falla, garantizando la integridad y consistencia de los datos manejados.

Interfaces del software HammingSinError

A continuación, se describen las principales interfaces del producto informático HammingSinError, particularizando en los elementos que se tuvieron en cuenta para su diseño. Se hace referencia a los principios de protección y seguridad, así como al tratamiento de errores a implementar en el software propuesto.

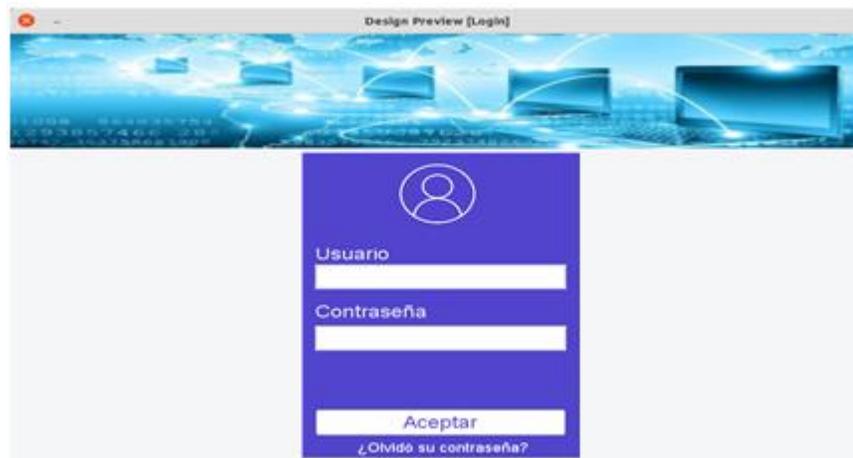


Figura 7 Interfaz de autenticación

Una vez autenticado el usuario, se muestra la interfaz principal del producto. Desde esta vista es posible acceder a los principales servicios del software: acceso al libro electrónico que contiene información sobre el proceso de transferencia, codificación y decodificación del mensaje haciendo uso del método de Hamming. Desde esa vista, también es posible acceder a las galerías de imágenes y videos donde se encuentran recursos audiovisuales que facilitan la comprensión del tema de estudio y se presentan demostraciones de los procesos de codificación y decodificación.



Figura 8 Interfaz de codificación automática



Figura 9 Interfaz de decodificación automática

Desde la vista principal es posible acceder a cinco variantes de ejercitación: las codificaciones automática y guiada, las decodificaciones automática y guiada, así como el ejercitador a través de problemas. La codificación y la decodificación automáticas, permiten la entrada de datos y realizan el cálculo de codificación o decodificación de manera automática. Estas opciones son adecuadas para aquellos usuarios que dominen el método de Hamming, pero que necesiten de alguna vía para corroborar que sus soluciones manuales son correctas.

Por otro lado, los ejercitadores guiados permiten validar cada uno de los pasos lógicos necesarios para completar el método de Hamming. Es un ejercitador de un alto grado de interactividad en el que se solicita al usuario, además de los datos de entrada, que vaya resolviendo la tarea de codificación o decodificación de una manera ordenada y

lógica. Se le pide al usuario que coloque en el lugar correcto de la tabla el valor correspondiente a los bits de datos y calcule los bits de paridad. Cada evento de modificación de los valores de la tabla es evaluado por el software activando la historia de usuario “evaluar actividad del usuario”. En caso de error el sistema emite un mensaje de refuerzo didáctico relativo al paso lógico correspondiente.

Finalmente, el módulo de ejercicios contiene un conjunto de problemas elaborados e introducidos por el profesor. En la parte inferior del problema aparecerá un campo de entrada de texto para que el usuario introduzca su respuesta. Esta validación de la respuesta del usuario es llevada a cabo de manera implícita por los módulos de codificación y decodificación automáticos, que estarán disponibles para verificar valores dentro de la tabla.



The screenshot shows a web application window titled "Design Preview [GestionarUsuarios]". The interface is split into two main sections. On the left, there is a table with three columns: "Nombre", "Apellidos", and "CI". The table has four rows, with the first row containing input fields and the subsequent three rows being empty. On the right, there is a form titled "Usuario:" with various input fields and controls. The fields include: "Contraseña" (password), "Nombre", "Apellidos", "CI", "Dirección", "Sexo" (a dropdown menu currently showing "Masculino"), "Roles" (radio buttons for "Administrador", "Profesor", and "Estudiante"), "Grupo" (a dropdown menu showing "1"), "Año" (a dropdown menu showing "tercero"), and "Modalidad" (a dropdown menu showing "Curso Encuentro"). At the bottom right of the form, there are two buttons: "Nuevo Usuario" and "Aceptar".

Figura 10 Interfaz de gestión de usuarios

El rol de administrador podrá gestionar los usuarios del sistema a través de una búsqueda por nombre, apellido o CI. Luego de seleccionado un usuario se mostrarán sus datos en el panel derecho. Cualquier alteración a los datos de los usuarios será reflejada persistentemente en la base de datos.

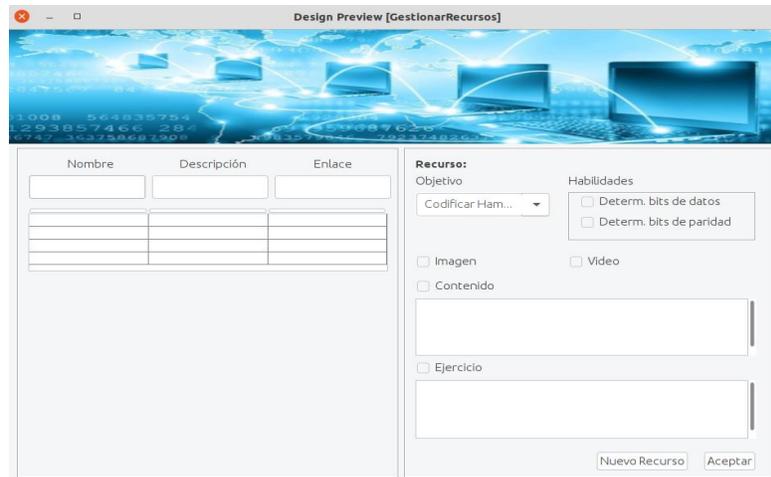


Figura 11 Interfaz de gestión de recursos

El rol de profesor permitirá gestionar los recursos de aprendizaje a partir de una búsqueda por nombre, descripción o enlace. Una vez seleccionado un recurso se mostrarán los datos relacionados en el panel derecho. En caso de que se desee insertar un nuevo recurso al sistema, los campos se mostrarán sin datos para que sea el usuario profesor el que seleccione qué tipo de recurso va a introducir y cuáles son sus datos. Cualquier alteración a los datos de los recursos será reflejada persistentemente en la base de datos.

Consideraciones finales

La caracterización de los fundamentos teóricos del software educativo permitió comprender las particularidades de este producto informático, así como sus tipologías para un posterior diseño del software propuesto.

La caracterización del método de Hamming en la asignatura Redes de Computadoras posibilitó diagnosticar la complejidad del método, así como la factibilidad de la creación de medios de enseñanza que lo aborden y simplifiquen su aprendizaje a partir de su carácter procedimental.

La caracterización de los sistemas informáticos similares existentes en la asignatura Redes de Computadoras reveló que a nivel nacional son aún insuficiente los resultados alcanzados en lo concerniente a productos informáticos como software educativo para la enseñanza universitaria y de manera particular no se encontraron productos informáticos con las características deseadas para el proceso de enseñanza aprendizaje del método de Hamming.

La indagación sobre las metodologías, sistemas y lenguaje de programación disponibles revelaron que el uso de la metodología de desarrollo de software XP, así como el lenguaje Java y su ecosistema de frameworks, librerías y herramientas es una vía acertada para el diseño e implementación de aplicaciones multiplataformas que se

ajusten a los requerimientos iniciales en un lapso de tiempo razonablemente corto sin sacrificar la calidad y el comportamiento de las aplicaciones.

La propuesta de aplicación HammingSinError demuestra que un software educativo que posibilite la interacción del estudiante en la realización de ejercicios relativos al método Hamming favorece la comprensión del contenido de detección y corrección de errores en la asignatura Redes de Computadoras.

Referencias

- Ávila, Y. C. (2011). *La Educación audiovisual en el proceso de Formación inicial del profesional de la Educación* (tesis doctoral inédita). Universidad de Ciencias Pedagógicas "Pepito Tey". Las Tunas, Cuba.
- Grande-de-Prado, M., García-Peñalvo, F. J., Corell, A. y Abella-García, V. (2020). La virtualización causada por el Covid-19: recomendaciones para la evaluación. En M. Cid, N. Rajadell-Puiggròs y G. Santos Costa (Eds.), *Ensinar, avaliar e aprender no ensino superior: Perspetivas internacionais* (pp. 231-250). Évora, Portugal: Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora.
- Gutierrez, E. (2020). *Los recursos informáticos en la formación inicial maestro primario* (tesis doctoral inédita). Universidad de Las Tunas. Cuba.
- Hurtado, F. J., Coloma, O., Peña, Y., Rodríguez, L. A., Nieto, L. E. y Labañino, C. (2009). *Uso del software educativo en la escuela cubana y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes*. La Habana: Educación Cubana. Recuperado de <https://docplayer.es/11330483-Uso-del-software-educativo-en-la-escuela-cubana-y-su-impacto-en-el-aprendizaje-de-los-estudiantes.html>
- Maldonado, K., Vera, R., Ponce, L. M. y Tóala, F. J. (2020). Software educativo y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje: software educativo y su importancia. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(1), 123-30. Recuperado de <http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/211>
- Martínez, L. (2019). *Los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje para la gestión del conocimiento en el estudiante de licenciatura en educación informática* (tesis doctoral inédita). Universidad de Las Tunas. Cuba.
- Márquez, J. S., Márquez, G. y Márquez, J. S. (2018). Software educativo o recurso educativo. *Varona. Revista Científico Metodológica* (67).
- Rivero, D. C. (2011). *Software educativo para el proceso de enseñanza aprendizaje del método de Huffman* (tesis de maestría inédita). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

- Sacristán, J. G. (2015). *Diversos y también desiguales. ¿Qué hacer en educación?*
Recuperado de http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_7/nr_97/a_1126/1126.htm
- Vialart, M. N. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Educación Médica Superior*, 34(3).