

MODA-Eg: un sistema de múltiples opciones de aprendizaje en energía

Jesús Rodríguez-Gómez

UPEL- Instituto Pedagógico de Caracas

Yuly Esteves González

UPEL – Instituto Pedagógico de Miranda

José Manuel Siso Martínez

Resumen

En este trabajo se describe el sistema MODA-Eg (Múltiples Opciones de Aprendizaje en Energía) diseñado para el reconocimiento de las rutas de aprendizaje y las preferencias de los estudiantes en el estudio del tema de energía, para el cual implementamos las siguientes opciones de aprendizaje: Analogías; Aplicaciones; Ciencia ficción; Conceptos; Curiosidades; Economía, Ambiente y sociedad; Ejemplos y ejercicios; Historia; Experiencias y Temas avanzados. Algunos resultados obtenidos son los siguientes: (a) las rutas de aprendizaje son específicas para cada estudiante; (b) las opciones de aprendizaje preferidas fueron Analogías y Ciencia ficción; y (c) las opciones de aprendizaje convencionales (Conceptos; Ejemplos y Ejercicios, y Experiencias) fueron consultadas aproximadamente en tres de diez oportunidades. Estos resultados confirman que los estudiantes prefieren opciones de aprendizaje que usualmente no disponen, en el aula de clase, lo que posiblemente da lugar al poco interés por el estudio de algunos temas de Física.

Palabras clave: Opciones de aprendizaje, rutas de aprendizaje, energía.

Eg-Trend: a multiple options learning system to learn about energy

Abstract

This paper describes the Eg-Trends system (Energy Multiple Options Learning), which was designed to recognize the students' learning paths and preferences for the study of Energy. In order to carry out the study the following learning options were implemented: analogies, applications, science fiction; concepts; curiosities; economy, environment and society; examples and exercises; history; experiences and advanced topics. Some of the results obtained are the following: a) the learning paths are specific to each student; b) the favorite learning options were: Analogies and Science Fiction and c) the conventional learning options (Concepts; Examples, Exercises and Experiences) were consulted approximately three out of ten times. These results confirm that students prefer learning options that they usually do not have available in the classroom which may, in turn, result in the little interest shown for the study of certain Physics topics.

Key words: Learning Options, Learning Paths, Energy.

Modalité-Eg: un système d'apprentissage multiple en énergie

Résumé

Ce travail décrit le Système MODA-Eg (multiples options d'apprentissage en énergie) créé pour la reconnaissance de voies d'apprentissage et des préférences des étudiants dans l'étude du thème de l'énergie, thème pour lequel on a mis en oeuvre les options suivantes d'apprentissage: analogies, applications, science-fiction, Concepts, curiosités, économie, environnement et société, exemples et exercices, histoire, expériences et thèmes avancés. Quelques-uns des résultats obtenus sont les suivants: (a) les voies d'apprentissage sont spécifiques à chaque étudiant, (b) les options d'apprentissage préférées ont été "analogies" et "science-

fiction" et (c) les options d'apprentissage conventionnels (concepts, exemples et exercices et expériences) ont été consultées approximativement trois fois sur dix. Ces résultats confirment, que les étudiants préfèrent des options d'apprentissage dont ils ne disposent pas habituellement dans la salle de cours ce qui entraîne probablement le manque d'intérêt pour l'étude de quelques thèmes de physique.

Mot clés: Options d'apprentissage; voies d'apprentissage; énergie.

Recibido: marzo 2008. Aceptado: mayo 2008.

Introducción

En este trabajo se presenta el sistema computarizado MODA-Eg (Modelo de Múltiples Opciones de Aprendizaje en Energía), el cual identifica la ruta de aprendizaje y las preferencias de los estudiantes por las opciones de aprendizaje que se le presentan en el estudio del tema de energía. El sistema ofrece al estudiante la posibilidad de navegar con un alto grado de control sobre las opciones presentadas, y esto le permite seleccionar la secuencia que mejor satisfaga sus necesidades de aprendizaje, además de poder desarrollar procesos cognitivos como planificación, revisión y evaluación, durante su interacción con el sistema. Para este tema se implementaron las siguientes opciones de aprendizaje: Analogías; Aplicaciones; Ciencia Ficción; Conceptos; Curiosidades; Economía, Ambiente y Sociedad; Ejemplos; Ejercicios; Historia; Experiencias, y Temas Avanzados.

Una ruta de aprendizaje es un conjunto de acciones secuenciales y conscientes que un estudiante ejecuta en un ambiente de aprendizaje. Cuando el estudiante trabaja con la variedad de opciones de aprendizaje señaladas, el conocimiento de la ruta de aprendizaje y de sus preferencias puede arrojar información acerca de las estrategias cognitivas empleadas, el estilo de pensamiento del estudiante, su nivel de conocimiento del tema, sus preconcepciones, su percepción de la complejidad de los temas y del lenguaje empleado, y sus valores. Además, conocer las rutas de aprendizaje que emplea un estudiante es decisivo para la calidad de la retroalimentación que se puede dar, y para ofrecer las estrategias instruccionales pertinentes que faciliten su aprendizaje.

Se escogió el tema de energía por tres razones principales: por una parte, el tema de energía está incluido explícitamente en el diseño curricular del nivel de Educación Media Diversificada y Profesional; además, el tema es de suma importancia en la formación de una concepción general de la Física, ya que forma parte de sus fundamentos; además, seleccionamos este tema por su relación con conceptos tales como: gravedad, fuerza, rapidez, masa, peso, etc.; y, finalmente, este concepto tiene una amplia aplicación en otras áreas de conocimiento y en la explicación de las actividades que a diario realizamos.

La identificación de las rutas de aprendizaje está relacionada con el reconocimiento de planes (Véase Kautz & Allen 1986; Carberry 1990; Wobcke 2002), en el sentido de que ambas están dirigidas a inferir el comportamiento futuro de un usuario con base en sus acciones previas (Véase Mao y Gratch (2004) para una revisión del tema de reconocimiento de planes).

El reconocimiento de planes ha sido implementado en ambientes dirigidos a resolver problemas específicos (Véase Greer, Koehn y Rodríguez 1993 y Koehn y Greer 1995). Sin embargo, en este trabajo abordamos el problema de aprendizaje de un concepto, lo cual requiere el diseño de estrategias instruccionales más generales.

Estructura del sistema MODA

Para el diseño e implementación del sistema MODA-Eg tomamos como referencia el modelo propuesto por McCalla y Greer (1987), quienes consideran cinco componentes básicos de un sistema instruccional inteligente (véase la Figura 1), los cuales se describen a continuación:



Base de conocimiento: Se refiere al qué enseñar; la realiza o elabora un ingeniero de conocimiento. Usualmente se piensa de ella como el sistema que almacena, maneja y razona acerca del conocimiento que se va a enseñar. Podríamos decir que es un sistema dinámico, variable, en donde se ejecuta un proceso de toma de decisiones que depende de la actividad del usuario. En el sistema MODA-Eg se ha implementado el tema de energía con base en tres criterios básicos acerca del conocimiento: el científico, que exige presentar información confiable, estructurada y relacionada con otros temas de la Física y de otras ciencias; el curricular, que requiere la inserción del tema en el plan de estudio; y el social, que se refiere a la importancia y pertinencia del tema para la sociedad en general.

Modelo del estudiante: Comprende un modelo externo, elaborado por el diseñador instruccional, y un modelo interno, que se construye a partir de lo que el estudiante ejecuta, los pasos que sigue, etc. Para construir el modelo del estudiante se puede recurrir a dos fuentes de información: una proveniente de un diagnóstico previo de las características de los estudiantes y de la experiencia del docente; la otra, proveniente de la actividad del estudiante en su interacción con el sistema. En tal sentido, en el sistema MODA-Eg el contenido presentado en los temas estuvo orientado por la consideración de ciertas dificultades conceptuales detectadas en estudios previos (Esteves y Rodríguez, 2000), mientras que la retroalimentación se suministra con base en la actividad del estudiante.

Educador experto: Decide qué estrategia instruccional se debe utilizar, en qué momento y cómo hacerlo, en función de los objetivos de aprendizaje del estudiante, en el marco de una concepción pedagógica que tome en cuenta tanto las características de los usuarios como la dinámica de su interacción con el sistema. El sistema MODA-Eg posee sólo algunas de estas características, por lo que, en este momento, no puede ser considerado un sistema instruccional. Las opciones de aprendizaje ofrecen tres tipos de formato de interactividad en cuanto a las respuestas del usuario y a la retroalimentación que el sistema provee. En la próxima sección se describe el sistema.

Subsistema de comunicación: Se refiere, por una parte, a la interfaz con todas sus características: pantallas, colores, animación, rapidez de presentación, etc.; en general, es un elemento de la "calidad de la interacción" entre el usuario y el objeto de conocimiento. Por otra parte, tiene que ver con la representación del conocimiento que el usuario introduce en su interacción con el sistema y cómo éste lo reconoce. El sistema MODA-Eg reconoce los inputs del estudiante; también, funciona con eventos computacionales como clics, doble clics, mouse move, etc. Los tres formatos de presentación de las opciones y las respuestas muestran una variedad de esquemas interactivos estudiante-sistema, que se describen más adelante.

Subsistema de aprendizaje: La implementación de este subsistema es uno de los grandes retos en el diseño e implementación de los sistemas instruccionales; sin embargo, aún existen problemas no resueltos en este campo. El sistema MODA-Eg no posee aún este subsistema.

Descripción del sistema

El sistema MODA-Eg presenta diez opciones de aprendizaje, a saber: Analogías; Aplicaciones; Ciencia ficción; Conceptos y definiciones; Curiosidades; Economía, ambiente y sociedad; Ejemplos y ejercicios; Historia; Experiencias, y Temas avanzados. Para cada opción de aprendizaje, el sistema presenta un conjunto de hasta veinte (20) temas relacionados con el concepto de energía, que podrán ser seleccionados con completa libertad por el estudiante. En la figura 2 se muestra un tema de la opción de aprendizaje Ciencia ficción.



Una vez que el usuario selecciona una opción, MODA-Eg le permite regresar a la pantalla principal sin obligarlo a seleccionar un tema, con lo cual el usuario puede efectuar, en cualquier momento, un proceso de exploración.

En ocho de las diez opciones, cuando el estudiante selecciona un tema, MODA-Eg presenta una situación y una pregunta relacionada con el planteamiento, con cinco respuestas posibles. El usuario obtiene, según su respuesta, tres tipos de feedback: si la respuesta es correcta, si la respuesta es incorrecta y si respondió no sé. Por otra parte, en la opción Temas avanzados, para cada tema se presentan tres respuestas posibles, pero no se dice al estudiante si su respuesta es correcta; esta opción es, como su nombre lo indica, de mayor complejidad que las otras nueve. Finalmente, en la opción Experiencias la respuesta del estudiante es abierta y el sistema sólo la registra, sin evaluar si es correcta o no.

MODA-Eg también ofrece las siguientes ayudas: una calculadora, un glosario, además de una breve explicación de la notación, de las variables que intervienen, y de la equivalencia de unidades usadas en el sistema. MODA-Eg puede mostrar en cualquier momento el historial de la actividad del estudiante, así como su efectividad al responder a las preguntas planteadas; la efectividad se determina dividiendo el número de respuestas correctas entre el número total de intentos de responder. Finalmente, MODA-Eg muestra una pantalla para evaluar el sistema y para que el estudiante indique cómo interactuó con el mismo.

Metodología

Una investigación previa (Esteves, 2001) da soporte al desarrollo e implementación del sistema MODA; en él se realizó un trabajo de campo en varias fases, dos de las cuales describimos a continuación:

Diagnóstico: En esta fase se elaboró el modelo externo del estudiante a través de la identificación de los errores conceptuales que los estudiantes cometen cuando trabajan con el concepto de energía. El propósito de este diagnóstico es alimentar la base de datos del sistema para que, en un futuro, pudiera proveer retroalimentación oportuna, así como organizar los temas de forma tal que en la interacción con el sistema el estudiante vaya confrontando sus ideas con relación al tema de energía.

Estudio de factibilidad: Se diseñaron los diferentes temas y se agruparon en opciones de aprendizaje; éstas fueron presentadas a un grupo de estudiantes, quienes interactuaron con una versión impresa del sistema. Posteriormente, el resultado de esta interacción se le presentó a un grupo de expertos en Física, enseñanza de la Física y Psicología, quienes consideraron que la propuesta era factible de ser implementada,

y su validación estuvo a cargo de expertos en el área de física y en el área de computación.

Con base en los insumos de las fases precedentes, se implementó el sistema MODA-Eg, el cual fue presentado a un grupo de siete estudiantes de un curso básico de Física del Instituto Pedagógico de Miranda "José Manuel Siso Martínez", quienes interactuaron con dicho sistema.

Interacción del estudiante con el sistema

Al interactuar con el sistema, el estudiante puede:

- Navegar libremente a través de las opciones de aprendizaje; esto le permite planificar su ruta de aprendizaje.
- Una vez que selecciona el tema de una opción, el o la estudiante puede regresar a la pantalla anterior sin la obligación de dar respuesta a la pregunta planteada en el tema seleccionado. Esto permite que él o ella pueda hacer una evaluación de si está en capacidad de responder la pregunta o realizar la actividad planteada, es decir, puede realizar una exploración y evaluación antes de dar respuesta.
- Consultar su efectividad en la resolución de los problemas propuestos y los temas consultados, es decir, la ruta de aprendizaje seguida, lo que le permite revisar y planificar su estrategia de aprendizaje.
- Utilizar ayuda para realizar cálculos, o consultar el glosario, el despeje de incógnitas y la equivalencia de unidades.
- Cuando termina la sesión, el o la estudiante puede responder una hoja de evaluación del sistema con preguntas acerca de su actividad; esto permitirá comparar "lo que hace" con "lo que dice".

Discusión de resultados

El sistema fue presentado a un grupo de siete estudiantes de un curso básico de Física del Instituto Pedagógico de Miranda "José Manuel Siso Martínez". De la interacción de los estudiantes con el sistema se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Las rutas de aprendizaje son específicas para cada estudiante; este resultado era, en cierta forma, esperado, en virtud del inmenso número de rutas posibles. En el Cuadro 1, las opciones de aprendizaje están identificadas con números del 1 al 10, comenzando en Analogías y así sucesivamente hasta Temas avanzados. Los dos últimos números identifican el tema seleccionado en la opción respectiva.



2. Las opciones de aprendizaje preferidas fueron 2. Ciencia ficción y Analogías (Cuadro 2, filas 3 y 5). Este resultado podría tener implicaciones en cuanto a las estrategias de enseñanza que empleen los profesores, por cuanto es posible que los estudiantes tengan un mayor acercamiento al acto de instrucción si se le amplían sus opciones de aprendizaje.
- 3.

4. Los estudiantes consultaron, como mínimo, cuatro opciones de aprendizaje (Cuadro 2, penúltima fila). Este resultado refuerza el comentario anterior, por cuanto los estudiantes mostraron un interés por explorar, en promedio, más de siete (7,71) de las diez opciones presentadas (Cuadro 2, penúltima fila).
5. En promedio, más de cinco (5,42) opciones de aprendizaje no convencionales fueron seleccionadas (Cuadro 2, última fila). Aquí "convencional" se refiere a una opción que un profesor utiliza normalmente en el aula de clase, tales como Conceptos y definiciones, Ejemplos y Ejercicios, y Experiencias; el resultado indica que los estudiantes prefieren disponer de un mayor número de opciones de aprendizaje, de lo que es responsable, en primer lugar, el profesor.
6. El resultado anterior lo confirma el hecho de que más de siete (7,24) de 6. cada diez temas consultados correspondieron a opciones no convencionales (Cuadro 3, fila 5).

7. El número promedio de respuestas por tema es de 1,67 (Cuadro 3, fila 7. 7). Esto indica que, en promedio, los estudiantes no respondieron correctamente la primera vez, y sería un indicio de la dificultad de los temas y de las preguntas planteadas.
8. En el cuadro 3 observamos que la efectividad promedio del grupo aumenta progresivamente, pasando de 30,80 a 53,18. Esto sugiere que el estudiante revisa y autorregula su aprendizaje, es decir, experimenta estos procesos metacognitivos sin retroalimentación externa.
9. Relacionando la última fila con la tercera fila del cuadro 3, observamos que el tiempo empleado en cada tema es un poco más de minuto y medio, considerando, por cierto, que la consulta de una opción de aprendizaje no necesariamente implica que el estudiante responde a la pregunta correspondiente al planteamiento de ese tema. Un análisis más detallado de los tiempos empleados para responder podría arrojar algunas nociones acerca de la impulsividad de los estudiantes.
10. A partir de la información registrada, se verificó que los estudiantes 10. poseen dificultades en la manipulación del concepto de energía, específicamente al utilizarlo como sinónimo de temperatura, de fuerza, de intensidad, vigor etc., además, confunden formas y fuentes de energía (Esteves y Rodríguez, 2000).

Posibles aplicaciones de MODA-Eg

- Utilizar el recurso como actividad central, complementaria y de evaluación, y comparar los resultados obtenidos en cada caso.
- Utilizarlo como instrumento para la detección de preconcepciones.
- Estudiar la relación entre las rutas de aprendizaje y el rendimiento estudiantil.
- Analizar la relación entre rutas de aprendizaje y estilos de pensamiento.
- Determinar las posibles causas por las cuales otras opciones no fueron consultadas con la misma frecuencia que las otras opciones de aprendizaje.

Conclusiones

El sistema MODA-EG les presenta a los estudiantes una visión amplia, general, del concepto de energía, lo que permite detectar en el o la estudiante pasos y procesos que son esencialmente distintos de los que seguirían al abordar un problema específico.

Por otra parte, el sistema tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades de aprendizaje del usuario, puesto que presenta un amplio espectro de opciones de aprendizaje que considera las diferencias individuales de los estudiantes. Los resultados podrían confirmar que los estudiantes prefieren opciones de aprendizaje que no están generalmente disponibles en el aula de clases, lo que posiblemente sea una de las causas de la escasa motivación en clase hacia algunos temas de la física o de la ciencia en general. Así mismo, si se conoce la ruta de aprendizaje podría inferirse si el estudiante está revisando o evaluando o planificando (estrategias cognitivas).

Aunque establecer el vínculo entre lo computacional y lo instruccional sigue siendo un reto en los desarrollos de los sistemas instruccionales de hoy día, el enfoque instruccional implementado en MODA-EG constituye un avance en el sentido de confirmar el potencial de las tecnologías de la información, en el ámbito pedagógico, con relación al desarrollo de habilidades metacognitivas, tales como exploración, planificación, revisión y evaluación.

Futuros Desarrollos

- Adaptación de la complejidad de los temas presentados según las características del estudiante. Para ello, se podría incorporar una evaluación previa (pretest) para determinar los conocimientos que trae el estudiante y así adaptar la complejidad del sistema (Rodríguez, 2008).
- Incrementar la interactividad mediante simulaciones en los ejemplos y ejercicios, o demos de las experiencias.
- Incrementar la ayuda, de modo de permitir que el estudiante obtenga información complementaria acerca del tema seleccionado, sobre todo si se equivoca al responder.
- Reconocer errores y dar retroalimentación oportuna con base en ello. Por ejemplo, sugerir la consulta del glosario, guiarlo a otro tema, sugerir la lectura de algún documento en línea, o suministrar ayuda si el estudiante ha cometido uno o varios errores, o según el tipo de éstos: conceptuales u operacionales.

- Inferir patrones de actividad a partir de un conocimiento parcial de la actividad del estudiante, y, con base en ello, dar retroalimentación.
- Permitir que el usuario pueda establecer relaciones entre un resultado y otro, para lo cual se podrían incluir algunas preguntas que induzcan a la reflexión, y, para, posiblemente, activar procesos cognitivos en el estudiante.
- Incorporar una evaluación posterior (postest).
- Permite volver a trabajar con el sistema y volver a presentar el postest.
- Implementar otros temas de la física u otras ciencias.
- El análisis de la información proporcionada por los estudiantes es de vital importancia para proveer retroalimentación; la noción de "ontología" (entendida como la capacidad del sistema de reconocer los errores que el estudiante comete, así como la capacidad de aprendizaje del propio sistema) sería crucial en esa versión (Hayashi, Y., Bourdeau, J., y Mizoguchi, R, 2006).

Referencias

1. Carberry, S. (1990). Incorporating default inferences into Plan recognition. Proceedings of Eighth National Conference on Artificial Intelligence, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Boston. 471-478.
2. Esteves, Y. (2001). Diseño instruccional en energía para primer año de ciencias de Educación Media Diversificada y Profesional. Trabajo de grado de Maestría. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.
3. Esteves, Y., y Rodríguez, J. (2000). Errores conceptuales asociados con el concepto de energía. VII Conferencia Interamericana sobre Educación en Física (CIACEF), Porto Alegre-Brasil.
4. Greer, J., Koehn, G. y Rodríguez, J. (1993). A System for Exploring Plan Recognition. In P. Berna, S. Ohlsson & H. Pain (Eds.). Artificial Intelligence in Education, 1994. Association for the Advancement of Computing in Education, Edinburgh, Scotland. 465-472.
5. Hayashi, Y. & Bourdeau, J. & Mizoguchi, R. (2006). Ontological Modeling Approach to Blending Theories for Instructional and Learning Design. Proceedings of The 14th International Conference on Computers in Education (ICCE2006), pp. 37-44, Beijing, China, Nov. 30-Dec. 4, 2006.
6. Kautz, H. & Allen, J. (1986). Generalized Plan Recognition. Science. Philadelphia.
7. Koehn, G. & Greer, J. (1995). Recognizing Plans in Instructional Systems Using Granularity. Proceedings of the International Conference on User Modelling, Cape Cod, MA, 133-138.
8. Mao, W. & Gratch, J. (2004). Decision-theoretic approach to plan recognition. www.ict.usc.edu/publications/ICT-TR-01-2004.pdf.

9. Rodríguez, J. (2008). FISBEC: A System for Learning Physics through Geometry. Society for information technology and teacher education. Marzo 3-7. Las Vegas, EEUU.

10. Wobcke ,W. (2002). Two Logical Theories of Plan Recognition. Journal of Logic and Computation. 12(3) 371-412.