

LEXMATH un hipermedio adaptativo para el aumento del léxico en matemática

Pedro Salcedo Lagos, Ociel López Jara, María del Valle

Universidad de Concepción, Chile

psalcedo@udec.cl; mdelvall@udec.cl; ociellopez@udec.cl

Resumen

Los sistemas hipermedia adaptativos, en el campo de la educación, son aquellos que utilizando técnicas de inteligencia artificial y conocimiento del usuario, son capaces de adaptar el contenido a entregar y la interfaz a las necesidades de cada usuario.

En este trabajo se presenta la herramienta LEXMATH, un sistema hipermedia adaptativo que utilizando el léxico disponible permite adaptar las actividades y contenidos.

Fundamentación Teórica.

Sistemas Hipmediales Adaptativos.

Los sistemas hipermedias adaptativos (HA) son herramientas que basadas en el hipertexto y la hipermedia son capaces de adaptarse en varios aspectos visibles del sistema a las características del usuario (Brusilovsky, 1998). En otras

palabras, un sistema de estas características podría adaptar tanto la información presentada como los enlaces disponibles para cada usuario, ayudando a este a su navegación, ofreciendo sugerencias sobre los enlaces más relevantes o bien añadiendo comentarios adicionales a los enlaces disponibles.

Estos sistemas se basan en los principios de los Sistemas Tutoriales Inteligentes, los cuales cuentan con tres componentes: un módulo del dominio, con el conocimiento del área a enseñar; un módulo del alumno, encargado de llevar un modelo del conocimiento del alumno y de sus características psicosociales y un módulo tutor, en el que se manejan las estrategias de enseñanza o reglas de adaptabilidad a los contenidos y a los conocimientos del alumno. Estos componentes o bases de conocimientos son tratados a través de distintas técnicas de inteligencia artificial (IA) para adaptar el sistema.

Entre las experiencias a considerar en el desarrollo de un SHA, encontramos la de Salcedo (2009), "Knowledge-Based Systems: A Tool for Distance Education", trabajo en el que se describe el desarrollo de una plataforma de e-Learning (Mistral) que adapta las estrategias de enseñanza al modelo de alumno, utilizando diversas técnicas de Inteligencia Artificial; destaca el estudio de los últimos SHA y los principios que se utilizan en su desarrollo.

Lamentablemente, si pensamos en dar a estos sistemas un uso educativo vemos que también tienen algunos inconvenientes (Bruillard, 1994):

El riesgo de que el alumno se pierda en la red de informaciones. Si el dominio es demasiado extenso o detallado, la libertad de navegación puede hacer que el alumno no alcance las materias que le interesan, o que deje estudiar otras debido a que no sabe siquiera que existan en el hiperespacio, o que se desespere por no saber en qué momento ha aprendido ya todo lo que necesita.

Desde el punto de vista pedagógico, no hay posibilidad de evaluar la instrucción recibida por el alumno, ni de adaptar la información al nivel de conocimientos del alumno, lo que disminuye el potencial didáctico del uso de los hipermedias. La información que contienen los hipermedias tradicionales es estática, esto es, no depende de las características del usuario, ni del conocimiento adquirido. Esto puede suponer, bien un acceso tedioso a lo largo de conceptos simples para un experto, o bien todo lo contrario: un cambio de tema con sólo las partes clave puede dejar descontento a un usuario novato.

Actualmente, la producción de material hipermedia educativo por parte de profesores y pedagogos es muy costosa, sobre todo en tiempo. No solo para aprender a manejar estos sistemas, sino para preparar y desarrollar el material en una manera no-secuencial. Mientras los sistemas hipermedia no proporcionen un apoyo más cercano al mundo educativo, los expertos no podrán producir aplicaciones de una manera continua y cómoda.

El Léxico Disponible (LD).

El léxico que utilizan los hablantes de una

determinada lengua en diferentes situaciones, está siendo estudiado desde el año 1953 por distintos lingüistas (Michéa, 1953), utilizándose hoy el término "léxico disponible" para referirse a las palabras que se presentan en la mente del hablante de forma inmediata y natural cuando se trata de un determinado tema (Echeverría, Urzua & Saez, 2006).

El léxico es un "elemento clave en la comprensión y producción del conocimiento" (AH2000, 2000). Los estudiantes manejan cierto léxico que les permite comunicarse, pero no el suficiente para comprender de forma adecuada textos con temáticas específicas como los del ámbito escolar (por ejemplo, un libro de matemáticas). Esto se debe al deficiente vocabulario de este tipo de textos y a su incidencia en los procesos de lectura y escritura. El léxico es parte esencial del conocimiento lingüístico y su "manejo instrumental pleno", resulta fundamental en los niveles de aprendizaje (Brooks & Vezza, 1989). Desde un marco psicológico más amplio (Bruillard, 1994), el léxico es fundamental en el proceso de apropiación del saber, puesto que mejora el desempeño curricular de los estudiantes y es "la herramienta cognitiva" que les permite entrar en diferentes áreas del conocimiento.

La léxico-estadística es la ciencia que se encarga de contabilizar y dar a conocer el uso real del lenguaje (tanto oral como escrito) en ciertas temáticas, en un grupo común de hablantes, o bien, de los hablantes pertenecientes a una región geográfica determinada (Anderson, 1990). Entonces, por medio de esta ciencia es posible saber, medir, conocer el léxico de cierto grupo de personas. Al principio la léxico-estadística obtenía la frecuencia de las palabras extraídas de textos con no más de mil léxias, luego se diferenciaba entre palabra y vocablo (palabras

diferentes), y las listas de frecuencia obtenidas daban a conocer los vocablos que se utilizaban, cuál era el que más se ocupaba y cuál era el menos usado. Se pueden distinguir dos tipos de léxico, que juntos forman el léxico fundamental de una lengua; el léxico básico: formado por las palabras que más se utilizan cotidianamente, y el léxico disponible: formado por las palabras, que aunque no se utilicen con frecuencia, se recuerdan y utilizan de acuerdo al tema específico que se esté tratando.

Fue Michea (1953) el primero en separar palabras frecuentes (o atemáticas) de palabras disponibles (o temáticas). Las palabras frecuentes se pueden encontrar en cualquier texto con un número moderado de páginas y sin importar su contenido, como adjetivos, verbos y sustantivos comunes (o nombres muy generales); en cambio las palabras disponibles se relacionan con cierto tema y son, en su mayoría, palabras concretas.

El léxico disponible se obtiene a través de encuestas, donde por un estímulo se intenta que el informante actualice su lexicón mental, que según Emmorey y Fromkin (Emmorey,1988)

es el "componente de la gramática que contiene información de las palabras necesarias para el hablante"; esta información de las palabras se ha obtenido mediante información fonológica, morfológica, sintáctica y semántica (significado o estructura conceptual). Según Hall (1992) las palabras en el lexicón mental se adquieren y/o retienen sobre la base de su pronunciación, ortografía, marco sintáctico y concepto o significado de la palabra.

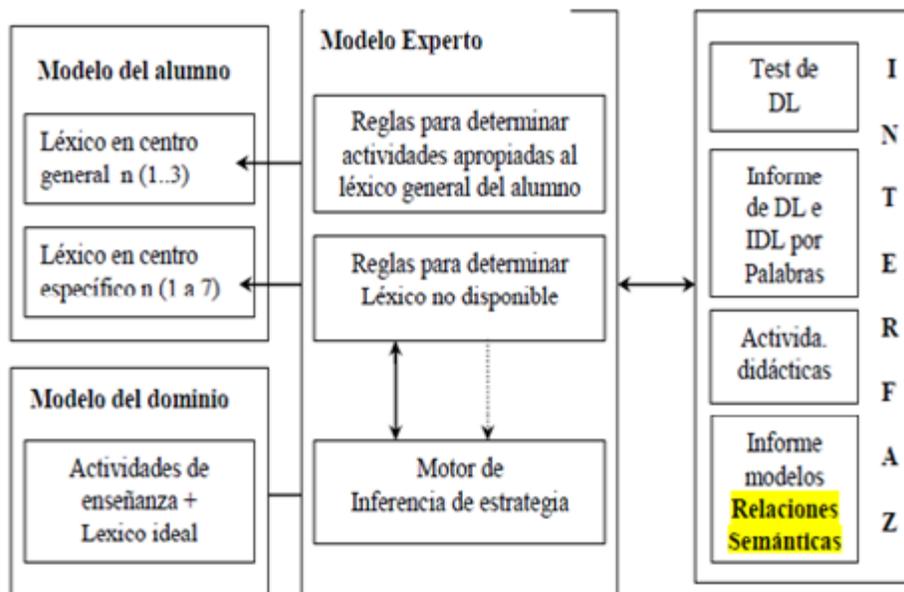
Propuesta de medición y análisis de LD en un HA.

El Léxico en LexMath un HA

Al considerar las limitantes mencionadas sobre los HA y las ventajas de conocer el lexicón mental de un estudiante o grupo determinado, es posible estudiar modelos que incluyan el léxico en el modelo del usuario de un HA.

En la Fig. 1 se presenta el modelo del HA – Lexmath.com (Fondecyt 1120911, 2013) el cual ha sido desarrollado para considerar la adaptabilidad de las actividades didácticas a las necesidades propias de cada alumno, a través

Modelo del Hipermedio Adaptativo



del léxico disponible.

Figura 1: modelo de un Hipermedio adaptativo basado en el Léxico.

El Hipermedio Adaptativo LexMath cuenta con 4 componentes bien definidos, como muestra la figura 1, los cuales interactúan para presentar al usuario un hipermedio según sus necesidades léxicas.

- Componente Modelo del Alumno: compuesto por las bases de datos encargadas de mantener la disponibilidad léxica de cada alumno, tanto en los centros de interés generales como en los específicos.
- Componente Modelo del Dominio: compuesto por las bases de datos asociadas a los medios y actividades apropiadas, según la propuesta didáctica, para el aumento del léxico disponible en los distintos centros de interés, además del léxico ideal que se obtendrá de la aplicación de la misma encuesta a los docentes.
- Componente del modelo experto: compuesto por todas las reglas necesarias para determinar el léxico general del alumno y el léxico no disponible. Además del motor de

inferencia, el cual es el encargado de extraer las actividades apropiadas en función del modelo del alumno y del modelo del dominio.

- Interfaz: a través de este componente se recopila el léxico, se presentan las actividades personalizadas y se emiten informes. Entre los informes se encuentran los estadígrafos (del léxico estadística) y los modelos de Relaciones Semánticas, que es el módulo que a continuación se presenta:

El software LexMath (<http://www.lexmath.com>) cuenta con una serie de características, que permiten seguir avanzando en el estudio de la DL, entre las que podemos destacar; el test de DL de dos minutos es posible tomarlo en forma online, previa invitación a los alumnos por correo electrónico, el sistema automáticamente genera reportes con todos los índices que se requieren para estudiar un centro específico; promedio de palabras, palabras diferentes, índice de cohesión y el principal, el índice de disponibilidad léxica (IDL) de cada palabra, el cual al ordenarlo de mayor a menor nos entrega el lexicón mental de una comunidad. A esto se le debe agregar la característica del software de generar las estructuras semánticas por medio de grafos (fig.2).

The screenshot displays the LexMath web interface. On the left, under the 'Reportes' section, there are filters for 'Tipo de Establecimiento' (Municipal) and 'Categoría' (GEOMETRÍA). Below these are two tables. The first table shows statistics for 'CONGRUENCIA' with 4 total items, 1 in the database, 9 in the domain, and 10 in the graph. The second table shows statistics for 'NUMERO' with 183 total items, 1 in the database, and 23 in the graph. On the right, a 'Grafo de consulta' (query graph) is shown, a complex network of nodes and edges. Nodes are labeled with terms like 'ÁREA', 'TRIÁNGULO', 'ÁNGULO', 'TRÁNGULO', and 'NUMERO'. At the bottom of the graph interface, there are buttons for 'Random Layout', 'Iniciar algoritmo', 'Circle Layout', 'Reescalar Grafo', and 'Estructura mental'.

Figura 2: "Pantallas de LexMath donde se observan los reportes del LD y del IDL y los grafos que presentan las estructuras semánticas"

Metodología empleada

Para mostrar las cualidades de LexMath y realizar las pruebas de funcionamiento se ha tenido por objetivo el de cuantificar y describir el léxico disponible en Álgebra que posee una muestra de alumnos de la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Concepción de Chile en la categoría Álgebra en los 5 niveles de la carrera, en el año 2014.

La muestra

La muestra corresponde a 117 alumnos de Pedagogía en Matemática y Computación de la Universidad de Concepción, 35 de 1er año, 12 de segundo año, 24 de tercer año, 34 de cuarto y 12 que se encuentran finalizando con su tesis o práctica.

Variables

- Variables lingüísticas (o dependientes): el léxico disponible en el centro de Álgebra
- Variables extralingüísticas (o independientes): Nivel escolar.

Resultados

Tabla 1: primeras 10 palabras del lexicón mental en Álgebra de los 5 niveles de la carrera de Ped. En Mat. y Comp. de la Universidad de Concepción.

	1er año	IDL	2do año	IDL	3er año	IDL	4to año	IDL	5to año	IDL
1	NÚMERO	0,772200886	NÚMERO	0,47583333	NÚMERO	0,68337417	ECUACIÓN	0,55262098	NÚMERO	0,47674643

La encuesta

A los 117 estudiantes se les aplicó una encuesta para recopilar el léxico que disponían en relación con el eje de Álgebra. La encuesta fue aplicada en papel, los alumnos tuvieron 2 minutos para escribir todas las palabras que le venían a la mente.

Aplicando LexMath

En la Tabla 1 se presenta un extracto del resultado final, donde se observa el lexicón mental, que resulta de ordenar el IDL de mayor a menor, de las primeras 10 palabras que mencionaron los alumnos, especificando los estadígrafos principales de cada nivel.

Las funcionalidades destacables de LexMath se pueden apreciar en esta etapa, ya que para realizar los cálculos del IDL se requiere muchas horas de trabajo y el sistema lo entrega en forma automática. Además de ordenar por el IDL de mayor a menor, lo que genera el sistema es el Lexicón Mental, que como se mencionó corresponde al léxico latente que tiene un grupo determinado en un área específica. Por último, el software entrega los principales estadígrafos del léxico que son: palabras en promedio, índice de cohesión, y palabras diferentes.

	1er año	IDL	2do año	IDL	3er año	IDL	4to año	IDL	5to año	IDL
2	ÁLGEBRA	0,250380017	BASE	0,32963457	LETRA	0,29490575	NÚMERO	0,51084532	EXPRESIÓN ALGEBRAICA	0,3021306
3	MATRIZ	0,180536117	SUMA	0,25925349	ECUACIÓN	0,23657323	INCÓGNITA	0,51013486	TÉRMINO	0,28644434
4	INCÓGNITA	0,171344492	ECUACIÓN	0,25	SUMA	0,23625443	VARIABLE	0,24220882	ECUACIÓN	0,22631229
5	ADICIÓN	0,15740216	RESTA	0,23332814	INCÓGNITA	0,22762506	SUMA	0,2319477	GRADO	0,18686877
6	ECUACIÓN	0,149128286	MULTIPLICACIÓN	0,22667766	ÁLGEBRA	0,21599949	SISTEMA	0,21652531	DECIMAL	0,17905654
7	MULTIPLICACIÓN	0,142610794	DECIMAL	0,21590439	RESTA	0,19534163	RESTA	0,19609213	SISTEMAS NUMÉRICOS Y ÁLGEBRA	0,16666667
8	ORDEN	0,138528286	VARIABLE	0,21075	NATURALES	0,16037728	MULTIPLICACIÓN	0,18935793	CONJUNTO	0,15833333
9	SISTEMA	0,134269743	ENTEROS	0,20483333	OPERACIÓN	0,15040002	POLINOMIO	0,15883365	NATURALES	0,15378504
10	CONJUNTO	0,127887429	BINARIO	0,18275028	REALES	0,14312648	OPERACIÓN	0,14764813	ÁLGEBRA	0,15083333

Conclusiones

La Hipermedia Adaptativa con aplicaciones en educación debe ser capaz de mantener un modelo del usuario lo más real posible para ser efectiva. La posibilidad de incluir en el modelo del usuario el léxico mental de un estudiante, permite generar adaptabilidad centrada en los preconocimientos de este y el lenguaje que se utiliza en su contexto para entender la realidad inmediata.

El software que hemos desarrollado (LexMath)

permite adquirir el léxico de un alumno y por consiguiente el lexicón de un grupo, para luego estudiarlo a través de grafos, estadígrafos y métricas, y proponer con esta información las actividades más apropiadas para el alumno.

Agradecimientos

Proyecto de Investigación - Fondecyt 1140457 "Plataforma Adaptativa online para el fortalecimiento de las competencias matemáticas y pedagógicas a partir del estudio

léxico semántico de estudiantes y profesores de pedagogía en matemática”, de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile.

Referencias

- AH2000 (2000). *International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems*. Trento, Italia, Agosto 2000. Actas 2000. Actas disponibles en <http://AH2000.itc.it>
- Anderson, J.R., Boyle, C.F., Corbell, A.T. y Lewis, M.W. (1990). *Cognitive Modeling and Intelligent Tutoring/Artificial Intelligence*, 42, 7-50.
- Brooks A. and Vezza P. (1989). *Inductive analysis applied to the evaluation of a CAL tutorial*. *Intreracting with Computers*, 1 (2), 159-170.
- Bruillard E. y De la Passardiere B. (1994). *Hipermedias et Éducation des Repères*. *Sciences et Techniques éducatives*, 1 (1), 17-37.
- Brusilovsky P., Kobsa A., Vassileva J. (eds.) (1998). *Adaptive Hypertext and Hipermedia*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 1-43.
- Echeverría, M., Urzua, P., Saez, K. (2006). *Disponibilidad Léxica Matemática. Análisis cuantitativo y cualitativo*. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada Concepción (Chile)*, 44 (2), II Sem. 2006, pp. 59-76. Universidad de Concepción, Chile.
- Emmorey, K. & V. Fromkin (1988). *The Mental Lexicon*, en F. Newmeyer (ed.) *Linguistics: The Cambridge Survey Vol. III*, Cambridge: CUP.
- Fondecyt 1120911 (2013). *Disponibilidad Léxica Matemática en Estudiantes de Enseñanza Media y su Aplicación en Hipermedios Adaptativos*, <http://www.lexmath.com>. Investigadores; Pedro Salcedo L., Maria del Valle L., Anita Ferreira C., Oscar Nail
- Fondecyt 1140457 (2014). *Plataforma Adaptativa online para el fortalecimiento de las competencias matemáticas y pedagógicas a partir del estudio léxico semántico de estudiantes y profesores de pedagogía en matemática*. Investigadores; Pedro Salcedo, Maria del Valle, Anita Ferreira, Gamal Cerda, Miguel Friz.

- Hall, J.H. (1992). *Morphology and Mind*. Londres: Routledge.
- Michéa, R. (1953). *Mots fréquents et mots disponibles. Un aspect nouveau de la statistique du langage, en Les langues modernes*, 47, 338-344.
- Salcedo L., Pedro; Pinninghoff J., María; Contreras A., Ricardo (2009). *Knowledge-Based Systems: A Tool for Distance Education. Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag (2009).