

# Aprendizaje de conceptos lingüísticos construyendo diccionarios basados en taxonomías con estructura de grafo orientado acíclico

Antonio Vaquero Sánchez  
Dept. de Sistemas Informáticos y  
Programación  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 Madrid  
[vaquero@sip.ucm.es](mailto:vaquero@sip.ucm.es)

Francisco Alvarez Montero  
Dept. de Sistemas Informáticos y  
Programación  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 Madrid  
[francisco\\_alvarezm@fdi.ucm.es](mailto:francisco_alvarezm@fdi.ucm.es)

Fernando Sáenz Pérez  
Dept. de Sistemas Informáticos y  
Programación  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 Madrid  
[fernan@sip.ucm.es](mailto:fernan@sip.ucm.es)

## Resumen

En general el objetivo pedagógico global de la creación y uso de diccionarios es el dominio de lenguas. Más concretamente se pretende facilitar la asimilación de conceptos lingüísticos fundamentales: léxico, acepciones, categorías semánticas, relaciones léxico-semánticas, etc. Se puntualizan en este trabajo los conceptos lingüísticos que constituyen los objetivos pedagógicos a alcanzar, así como el modelo constructivista de aprendizaje seleccionado. El conocimiento conceptual ligado a los términos se representa en forma de taxonomías. Sin embargo las taxonomías estructuradas hasta ahora en forma de árbol resultan demasiado limitadas, pues no permiten representar clasificaciones complejas, en donde una categoría puede tener más de un padre. Con estos requisitos hemos desarrollado herramientas informáticas para encauzar las actividades que permiten construir y consultar diccionarios monolingües y bilingües basados en una taxonomía en forma de grafo orientado acíclico. También hemos desarrollado una herramienta de administración que soporta la consistencia semántica del léxico, lo que permite detectar diversas omisiones y posibles inconsistencias. Con estas herramientas, construyendo un diccionario, se pueden aprender de forma muy sencilla y natural aspectos semánticos necesarios para el dominio de las lenguas.

## 1. Introducción

En la jerarquía de saberes, la lengua es el valor más importante en el aula. La enseñanza y el aprendizaje de cualquier materia dependen de la comunicación, directa o a través de medios tecnológicos, entre profesor y alumno. Pero la lengua, en sí misma, es una materia técnicamente complicada, difícil de dominar y difícil de enseñar. Cuando se detecta un dominio débil de conocimientos y habilidades en la población estudiantil, como es la lengua, se debe intentar subsanar esta deficiencia con entornos informáticos apropiados. Los recursos convencionales, tales como diccionarios, glosarios, tesauros, enciclopedias, etc., no son suficientes, como muestra el hecho generalizado de su escasa utilización. La informática puede prestar un gran servicio para, en particular, ir dominando la lengua nativa.

Teniendo claro el objetivo pedagógico de cada actividad, el uso de las computadoras en la escuela debe de ser controlado por el profesor [3] y, por tanto, éste tiene que prepararse para estar dispuesto a asumir este control. Además de la cultura informática general que cada profesor debe tener, éste necesita una formación específica en Informática Educativa [4]. Pero cuando los profesores intentan aplicar las computadoras en el aula, se detectan diversos problemas, entre los que cabe destacar: calidad del software, accesibilidad al software, selección del software apropiado para la enseñanza en las propias clases, escasa fiabilidad de las revisiones y evaluaciones del software educativo, dificultad de integrar el software existente en la enseñanza y tiempo escaso del profesor antes de poder utilizar la informática en el aula [8]. Estos problemas se

agudizan cuando se trata de enseñar el uso de la lengua, para cuyo aprendizaje se impone el modelo constructivista [2], basado en las teorías cognitivas [1] [15], que induce nuevas formas de enseñanza [11] [25]. Consecuentemente se deben construir nuevos materiales y herramientas informáticas para realizar actividades que motiven a comprender y usar correctamente el lenguaje natural. Los diccionarios electrónicos [29] motivan más que los impresos en papel, de acuerdo con el constructivismo. Para mejorar el nivel de dominio de la lengua, cada alumno debería manejar herramientas específicas con funcionalidad para construir, consultar y modificar piezas del lenguaje. Además de la rapidez y simplicidad de la consulta de términos, la computadora permite al estudiante desarrollar una serie de nuevas tareas con fines pedagógicos específicos. El objetivo pedagógico global que se persigue es el significado de las palabras [17], ya que la clave de la falta de comprensión del discurso es el léxico. Existe una evidencia experimental de la dependencia existente entre la comprensión de la lectura y el vocabulario [10] [23]. La definición de una acepción de un término constituye la tarea para llegar a aprender que el significado de una palabra depende del de otras palabras, así como ocurre con la clasificación de los significados en categorías semánticas. Objetivos pedagógicos específicos son algunas relaciones como polisemia y sinonimia y sus implicaciones en la clasificación. También puede ser interesante relacionar palabras de diferentes lenguas. Todos estos objetivos se pueden alcanzar por un procedimiento constructivo y en colaboración entre estudiantes y profesores en el aula. Esta misión debe llevarse a cabo con herramientas reactivas adecuadas [27] provistas de interfaces amigables.

Las categorías semánticas están organizadas e indexadas en base a un principio de clasificación – especialización-generalización- que describe una jerarquía de conceptos, es decir, una taxonomía conceptual. En el área de PLN, las taxonomías conceptuales pasan a ser taxonomías semánticas compuestas por categorías semánticas. Estas taxonomías, a pesar de que sólo cubren una parte del problema de representación de conocimiento, proveen una base sólida para PLN [9]. También ayudan a resolver ambigüedades del significado de una palabra y pueden actuar como guía a la

hora de hacer una elección léxica o una selección de estructuras lingüísticas. Este enfoque se ha seguido para construir herramientas de creación y gestión de diccionarios en [26], [27] y [28].

Sin embargo, las herramientas precedentes sólo permiten crear taxonomías en forma de árbol. Esto representa una limitación, pues se pueden obtener clasificaciones complejas en donde una categoría puede tener más de un padre. Por ejemplo, en la figura 1, una novela puede ser del género ficción y no ficción al mismo tiempo. Por lo tanto un libro puede pertenecer a más de una categoría simultáneamente. Puede pensarse que esto refleja un error de criterio cometido a la hora de construir la taxonomía, pero en realidad estas clasificaciones existen en la vida real, se ha visto que son útiles y por lo tanto no pueden ser ignoradas [18].

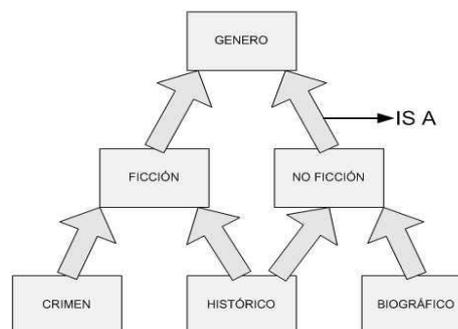


Figura 1. Clasificación con herencia múltiple

En este artículo se proponen herramientas informáticas de creación y consulta de diccionarios monolingües, basados en una taxonomía con forma de grafo orientado acíclico, como medio de aprendizaje para ir mejorando continuamente el conocimiento del idioma con el objeto de recorrer el camino hasta dominar la lengua nativa

Para situar nuestras herramientas en su justo lugar hay que distinguir entre aprendizaje constructivista en ambientes controlados por el usuario (entornos completamente libres) y los de navegación con multimedia [14]. Nuestras herramientas pertenecen al primero de estos modelos de aprendizaje. El segundo resulta más apropiado para aprender otras partes distintas del léxico [7]. Sin embargo, ambos tipos de herramientas resultan complementarios y no separables de forma absoluta [22] [5].

Estas herramientas se han creado con una metodología de desarrollo descrita y justificada en [19] y [20], la cual se basa en principios de ingeniería de software y utiliza bases de datos relacionales como esquema de representación de conocimiento. Aquí se presenta el modelo conceptual a partir del cual se han desarrollado las herramientas para creación y gestión de diccionarios monolingües.

El resto del artículo se organiza de la forma siguiente. En la sección 2 se resaltan los conceptos lingüísticos que consideramos objetivos del aprendizaje. En la sección 3 se establece la estructura de las definiciones al utilizar taxonomías. En la sección 4 se resalta la importancia de la clasificación de acepciones en taxonomías. En la sección 5 se presenta el modelo conceptual para diccionarios monolingües. En la sección 6, se describe el aspecto novedoso de las últimas herramientas desarrolladas. En la sección 7 se resumen algunas conclusiones y se vislumbran líneas de investigación para el desarrollo de trabajos futuros.

## **2. Conceptos lingüísticos incorporados como objetivos pedagógicos**

En esta sección se señalan los distintos conceptos que se encuentran representados en los modelos conceptuales de los distintos diccionarios desarrollados previamente. En todos los modelos se representan una serie de conceptos lingüísticos que son importantes, tanto para el PLN como para la comprensión humana. Aquí sólo se mencionarán, pues ya han sido explicados en detalle en [26], [27] y [28]. Dichos conceptos son: orden, clasificación, ontología, las relaciones léxicas de polisemia y sinonimia y las relaciones semánticas entre conceptos.

## **3. Estructuración de las definiciones utilizando taxonomías**

Aunque el lenguaje sigue siendo el vehículo preferido para estructurar definiciones, existe una tendencia a complementar o sustituir la definición por representaciones que permiten representar la información de forma más exhaustiva. Esto refleja el interés por buscar otras formas gráficas y

semióticas de representación, que van más allá del texto convencional que sigue a cada una de las entradas de un diccionario y subraya la importancia conceptual de la definición o, incluso, la ausencia de la misma. El emplazamiento conceptual puede ser suficiente para la comprensión, lo que significa que, en ocasiones, muchos términos se entienden claramente y no necesitan definición y, en otras, muchos términos se identifican fácilmente a través de las definiciones que establecen con otros, por lo que no necesitan ningún tipo de identificación ni explicación adicional [6].

La definición de un concepto es sumamente importante, pues ésta lo describe de modo exhaustivo o parcial y permite indirectamente delimitar y fijar el contenido de un concepto por medio de referencias a otros conceptos. Establece una ecuación de sentido entre lo que debe ser definido (*definiendum*) y aquello por lo cual alguna cosa es definida (*definiens*).

Los sistemas conceptuales están basados principalmente en la extensión y la intensión de los conceptos, lo que hace que podamos hablar de definiciones extensionales y definiciones intensionales.

### **3.1. Definición intensional**

Es el conjunto de rasgos semánticos que definen la clase denotada por la categoría. Describe un concepto por sus caracteres más esenciales, intrínsecos o relevantes, es decir, la descripción de su intensión. Cada definición de una acepción de un término es intensional. Por ello debe ser muy precisa.

### **3.2. Definición extensional**

La definición extensional se define como el conjunto de conceptos subordinados conocidos para los cuales la intensión del concepto es verdadera. Cuanto más rasgos semánticos tiene la intensión de un concepto, más limitada es su extensión. Son precisos más rasgos semánticos para definir "gaviota" que para definir "ave", aunque en el universo real hay más aves.

Las definiciones extensionales pueden resultar muy útiles para la comprensión del concepto a definir. Sin embargo en ocasiones puede resultar

muy difícil enumerar todos los ejemplos de un concepto.

Por ejemplo, la categoría planeta, por su definición intensional, permite incorporar un nuevo planeta en su extensión cuando es descubierto.

Por ello, la estructura conceptual debe contemplar al mismo tiempo la definición intensional y la extensional en cada categoría semántica.

#### 4. Ventajas de la clasificación de acepciones en taxonomías

La taxonomía de acepciones es una característica muy útil para un diccionario electrónico, porque proporciona al consultor información, no sólo sobre la definición intensional de un concepto, sino también sobre la jerarquía conceptual. La representación explícita de conceptos y de sus relaciones facilita la representación gráfica de estructuras de conocimiento (conocimiento conceptual en nuestro caso, no conocimiento léxico), ayudando así al proceso de aprendizaje, al proveer el tipo de “mapas conceptuales” por los que abogan algunos psicólogos educativos [12].

Otra ventaja es que un equipo de autores puede desarrollar un diccionario especializado, dividiendo el trabajo por categorías del mismo nivel de jerarquía, con el fin de promover el trabajo colaborativo entre los estudiantes [26].

Desde un punto de vista educativo, el fin no es desarrollar un diccionario general (de hecho, es un trabajo de enorme envergadura que todavía hoy se lleva a cabo por investigadores lingüísticos), sino diccionarios especializados restringidos a un dominio semántico o lingüístico, con el fin de hacer más sencilla la categorización de acepciones así como la definición de categorías.

#### 5. Modelo conceptual del diccionario monolingüe

El modelo relacional clásico ha sido propuesto para representar diccionarios por [13] y [24]. Sin embargo, ninguno de estos proyectos parte de un modelo conceptual de datos apropiado para bases de datos léxicas, ni sigue un enfoque de ingeniería de software para la construcción de la base de datos ni de sus herramientas de creación y gestión.

Además, el conocimiento del dominio no está representado de manera explícita

Por tanto, proponemos un modelo conceptual de datos sólido y sencillo para diccionarios, donde el conocimiento del dominio esté plasmado de manera explícita y estructurada.

El modelo propuesto representa un refinamiento sobre modelos anteriores [28] y es el punto de partida para la aplicación de una metodología que nos permitirá construir, no sólo la base de datos léxica, sino también las interfaces para su manipulación.

##### 5.1. Consideraciones preliminares

Como estamos interesados en la creación de modelos conceptuales para la creación de bases de datos léxicas basadas en ontologías, antes de pasar a la descripción del modelo conceptual propuesto, es necesario hacer algunas precisiones.

Los modelos precedentes [28, 19, 20] sólo permiten crear taxonomías en forma de árbol. El nuevo modelo permite representar taxonomías en forma de grafo orientado acíclico, donde el significado está representado en la taxonomía como una entidad independiente del idioma, que constituye una categoría y puede ser a su vez extensión de una o más categorías.

##### 5.2. Descripción del modelo conceptual

Para el diseño del modelo conceptual se ha utilizado el modelo E-R, el cual es muy utilizado para el análisis de bases de datos y como un marco unificado de desarrollo para sistemas de bases de datos. Permite identificar los objetos de datos y sus relaciones usando una notación gráfica, es decir, define toda la información que es introducida, almacenada, producida y transformada en una aplicación. Representa una red de datos para un sistema dado y es muy útil en aplicaciones donde los datos y sus relaciones son complejas.

Los modelos E-R están basados en 4 elementos semánticos básicos: entidades, relaciones, atributos y valores. Siguiendo las recomendaciones de [16] y [21] las entidades están representadas por rectángulos, los atributos por elipses y las relaciones por rombos.

Una entidad representa un objeto de interés en el dominio. Los atributos de una entidad describen

sus propiedades utilizando valores apropiados. Las relaciones entre entidades, conectan a éstas por medio de líneas.

Si a una entidad le llega una línea con flecha (dirigida), significa que la relación tiene cardinalidad de uno a varios (1:N). Una línea no direccional (sin flecha) indica que la cardinalidad es de varios a varios (N:N). Las líneas también se usan para unir los atributos a las entidades o relaciones

### 5.2.1 Entidades

En nuestro modelo conceptual se muestra la entidad Significados, de la que dependen el resto de entidades. La entidad Términos representa todos los términos de la base de datos terminológica. La entidad Categorías denota la categoría a la que pertenece cada significado. La entidad Comentarios representa todos los posibles comentarios que se pueden asociar a los términos.

### 5.2.2 Relaciones

La relación Cosin entre Significados y Términos denota el conjunto de sinónimos bajo una acepción y es N:N porque un conjunto de sinónimos puede contener varios términos (sinonimia) y un mismo término puede estar en diferentes conjuntos de sinónimos (polisemia).

La relación Véase denota el conjunto de términos que, sin ser sinónimos, están relacionados con un synset y es N:N porque un mismo término puede referirse a otros y puede aparecer referenciado por otros términos.

La relación PerteneceA denota la categoría a la que pertenece un significado y es N:N porque hay varios significados correspondientes a una categoría y un mismo significado puede estar en varias categorías. Esta relación implica que nuestra clasificación no es léxica (no hay una relación directa entre categoría y término) sino semántica: se relacionan significados con categorías.

La relación ComentarioTérmino denota los comentarios asociados a cada término y es N:N porque un mismo término puede tener varios comentarios y el mismo comentario se puede referir a varios términos.

La relación PadreDe denota la taxonomía conceptual y es N:N porque una categoría puede

tener más de una categoría padre (excepto el nodo raíz) y una categoría puede tener varias categorías hijo.

### 5.2.3 Atributos

La entidad Categorías tiene el atributo NombreCategoría, que denota el nombre textual de la categoría. La entidad Significados tiene el atributo Definición, que denota la definición textual del significado. La entidad Términos tiene el atributo NombreTérmino, que denota el nombre textual del término. Finalmente, la entidad Comentarios tiene el atributo TextoComentario, que denota el texto comentario.

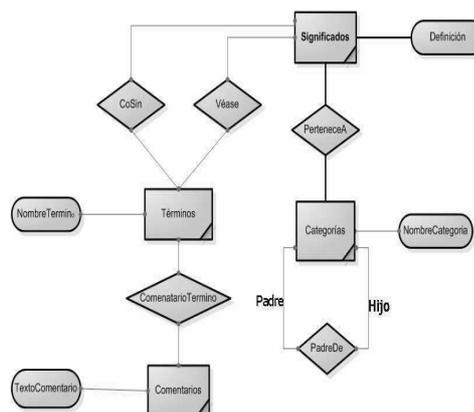


Figura 2. Modelo conceptual para diccionarios monolingües

## 6. Herramientas de aprendizaje

El funcionamiento básico de las herramientas de consulta y administración de diccionarios monolingües para su uso en el aprendizaje de la lengua no ha variado con respecto a versiones anteriores [28]. Por tanto aquí se presentará sólo la parte novedosa de las herramientas, que es la visualización del grafo orientado acíclico en donde una categoría puede tener más de un padre.

Como se puede observar en las figuras 3, 4 y 5, la nueva versión de las herramientas permite la visualización de taxonomías complejas, donde una categoría puede tener más de un padre. El grafo que se muestra en las figuras 3 y 5 es sencillo, pero muestra la funcionalidad de esta parte de las

herramientas. Si una categoría tiene más de una categoría padre, como Ornitorrinco en la figura 3, el sistema advierte al usuario de esto y le pregunta cual es el camino que quiere seguir (en este caso por ovíparo o vivíparo). Esto puede parecer sencillo pero en grafos complejos ayuda al usuario a ver la parte del grafo que le interesa.

Es menester señalar que en las taxonomías de nuestros diccionarios los conceptos están ordenados en base a una sola relación: la relación ISA. Esta relación está representada de forma implícita y no de forma explícita, como lo estaría si utilizásemos, por ejemplo, un esquema de representación basado en marcos.

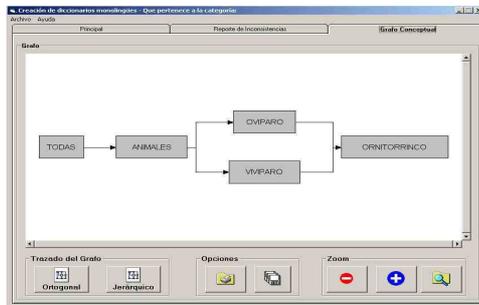


Figura 3. Visualización del grafo orientado acíclico con herencia múltiple

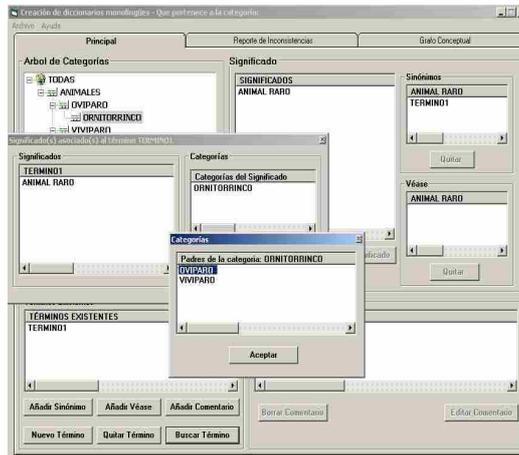


Figura 4. Selección del camino a seguir

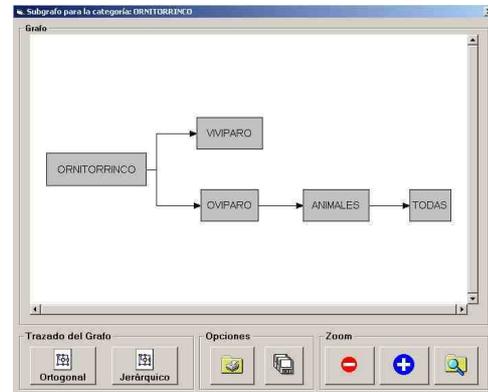


Figura 5. Subgrafo de la categoría ornitorrinco

## 7. Conclusiones y trabajo futuro

- A partir del modelo conceptual propuesto, se han creado y probado herramientas que aumentan la capacidad de otras previamente desarrolladas
- Con ellas se puede aprender relaciones semánticas que implican la herencia múltiple, además de la herencia simple, debido a que los diccionarios que pueden construirse están basados en taxonomías con estructura de grafo acíclico dirigido.
- Los diccionarios creados con estas herramientas informan de conocimiento conceptual del que habitualmente carecen los diccionarios electrónicos
- La interfaz creada es muy amigable y cómoda para el usuario.
- Con estas herramientas es fácil promover el trabajo y el aprendizaje colaborativo, tal como se establece en [26].
- En cuanto al trabajo futuro, en primer lugar hay que instalar estas herramientas en el aula y experimentar con ellas la creación, consulta y modificación de diccionarios para asegurarse de que se cumplen los objetivos pedagógicos previstos..
- Hay que ensanchar esta prometedora línea de investigación y desarrollo por varios motivos. Uno es integrar recursos lingüísticos, que hoy se construyen en múltiples sitios heterogéneamente, para aumentar la capacidad

de los mismos. Otro es incluir más conceptos lingüísticos útiles en la comprensión y dominio de las lenguas. Y, siempre, seguir experimentando en el aula con las nuevas herramientas que vayan surgiendo como consecuencia de la evolución de este trabajo.

## Referencias

- [1] Ausubel, D.P., (1968). "Educational Psychology: A cognitive View", New York, Holt, Reinhart and Winston.
- [2] Cabrera, A., (1995). "Informática Educativa: La revolución constructivista". Informática y Automática, Vol. 28, n. 1.
- [3] Cuban, L., (1987). "Teachers and Machines: The classroom use of technology since 1920". Teachers College Press, Columbia University, New York.
- [4] Erickson, F.J. & Yonk, J.A., (1994). "Computer Essentials in Education. The teaching tools". McGraw-Hill Book Co.
- [5] Fernández-Valmayor, A., López-Alonso, C., Arlette, S. & Fernández-Manjón, B., (1999). "The Design of a Flexible Hypermedia System: Integrating an Interactive Learning Paradigm for Foreign Language Text Comprehension", International Working Conference on Building Electronic Educational Environments, IFIP, Irvine, California, pp. 51-65.
- [6] García de Quesada, Mercedes. "Estructura definicional terminográfica en el subdominio de la oncología clínica". Estudios de Lingüística Española. Vol 14, 2001. <http://elies.rediris.es/elies14/index.html>.
- [7] Goldman, S.R., (1996). "Reading, Writing, and Learning in Hipermedia Environments", Cognitive Aspects of Electronic Text Processing (Ed.H.Van Oostendorp and S. Mul), Norwood, NJ. Ablex Publications.
- [8] Hodgson, B., (1994). "The roles and the needs of the teacher". Proceedings of the Working Conference "Integrating Information Technology into Education", IFIP, Barcelona, pp. 25-34, October 17-21.
- [9] Jacobs Paul S. "Integrating Language and Meaning in Structured Inheritance Networks". In John F. Sowa (Ed.), Principles of Semantic Networks: Explorations in the representation of knowledge. Chapter 18. San Mateo, California: Morgan Kaufman. 1991.
- [10] Johnson, D.D. & Pearson, P.D., (1978). "Teaching Reading Vocabulary", Ed. Holt, Reinhard & Winston, New York.
- [11] Karat, J., (1997). "Evolving the scope of user-centered design" Communications of the ACM, Vol. 40, N. 7, July.
- [12] Meyer, Ingrid et al. "Towards a New Generation of Terminological Resources: An Experiment Developing a Terminological Knowledge Base". In Proc. 14th International Conference on Computational Linguistics. Nantes: 1992; 956-960.
- [13] Nakamura J. and Nagao M. "Extraction of Semantic Information from an Ordinary English Dictionary and its Evaluation". Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Computational Linguistics, COLING'88. Budapest, Hungary. 459-464.
- [14] Norman, K., "Navigating the educational space with HyperCourseware". Hypermedia, Vol. 6, 1994; 35-60.
- [15] Posner, M.I. (Ed.), (1989). "Foundations of Cognitive Science". Cambridge, Mass., MIT press.
- [16] Pressman, R.S., (1997). "Software Engineering. A Practitioner's Approach", McGraw-Hill.
- [17] Quillian, M. R., (1967). "Word Concepts: A Theory and Simulation of Some Basic Semantic Capabilities". Brachmen, R. J. y Levesque, H. J., Eds., Reading in Knowledge Representation. Morgan Kaufman.
- [18] Raguenaud, C. and Kennedy, J. "Multiple Overlapping Classifications: Issues and Solutions". 14th International Conference on Scientific and Statistical Database Management (SSDBM'02). Edingburgh, Scotland; 2002.
- [19] Sáenz F. and Vaquero A. "Knowledge Representation Issues and Implementation of Lexical Databases", Second International workshop on UNL, other interlinguas and their applications in the framework of the conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics CICLING-2005, February, 2005. [http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr\\_publications.html](http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr_publications.html)

- [20] Sáenz F. and Vaquero A. "Applying Relational Database Development Methodologies to the Design of Lexical Databases", Database Systems 2005, IADIS Virtual Multi Conference on Computer Science and Information Systems (MCCSIS 2005), April, 2005.  
[http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr\\_publications.html](http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr_publications.html)
- [21] Silberschatz, A., Korth, H.F. & Sudarshan, S., (2001). "Data Base System Concepts", WCB/McGraw-Hill.
- [22] Teusch, P., Chanier, T., Chevalier, Y., Perrin, D., Mangenot, F., Narcy, J.P. & Saint Ferjeux, J.de, (1996). "Environnements interactives pour l'apprentissage en langue étrangère". Hipermedias et Apprentissage, 3 (Ed. E. Brouillard), pp. 247-256.
- [23] Thorndike, R.L., (1973). "Reading Comprehension Education in Fifteen Countries", Ed. Wiley.
- [24] Tiedemann Jörg. "MatsLex - a Multilingual Lexical Database for Machine Translation". Third International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2002), Las Palmas, 29-31 May 2002, pp 1909-1912.
- [25] Tobin, K. & Tippings, D., (1993). "Constructivism as a referent for teaching and learning". K. Tobin (Ed.), "The practice of Constructivism in Science Education". AAAS Press. Washington, DC, pp. 3-21.
- [26] Vaquero A., Sáenz F. and Barco A. "Computer-based Tools for Improving the Language Mastery: Authoring and Using Electronic Dictionaries", V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, RIBIE 2000, Viña del Mar, Chile. December, 2000.  
[http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr\\_publications.html](http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr_publications.html)
- [27] Vaquero A., Sáenz F. and Barco A. "Improving the Language Mastery through Responsive Environments", en "Computers and Education. Towards an Interconnected Society", M. Ortega, J. Bravo (eds.), Kluwer, pp. 333-340, ISBN 0-7923-7188-7, October, 2001.  
[http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr\\_publications.html](http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr_publications.html)
- [28] Vaquero A., Sáenz F. and C. López, "Herramientas para la creación de diccionarios monolingües con objetivos pedagógicos", Challenges 2003 - 5º SIIIE, Braga (Portugal), September, 2003.  
[http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr\\_publications.html](http://www.ucm.es/info/dsip/GruposInv/LC/html/elr_publications.html)
- [29] Wilks, Y.A., Fass, D.C., Guo, C.M., McDonald, J.E., Plate, T. & Slator, B.M., (1990). "Providing machine tractable dictionary tools". Machine Translation, 5, pp. 99-151.
- [30] Zeltzen, D. & Addison, R. K., (1997). "Responsive virtual environments", Communications of the ACM, Vol. 40. N. 8, August.