

Usos educativos del material Thesaurus para la enseñanza de las matemáticas¹

J.M. Diego, M. Fioravanti, R. P. Gallegos, M. J. González, M. J. Señas

Resumen

En este trabajo presentamos un catálogo de tareas que se pueden realizar con Thesaurus, un diccionario multimedia de matemáticas en red, utilizando el aula de informática para la clase de matemáticas en la ESO. El estudio se realiza tras haber analizado los resultados obtenidos al poner en práctica unidades didácticas de geometría con Thesaurus y haber realizado pruebas piloto con distintos grupos de alumnos.

Introducción

En este trabajo asumimos como premisa básica que el uso de tecnología puede actuar como canal que aglutina y potencia el desarrollo de competencias matemáticas. Consideramos que, partiendo de un modelo de currículo matemático basado en contenidos y de metodologías que podríamos llamar tradicionales, la introducción progresiva de elementos tecnológicos permite reconducir los objetivos y los métodos hacia modelos de enseñanza/aprendizaje basados en competencias. Tomamos como referencia la idea de competencia matemática desarrollada en Niss (03).

Bajo este planteamiento, hemos analizado el material educativo Thesaurus, que se utiliza vía web, con el propósito de identificar usos educativos del mismo encaminados al desarrollo de competencias matemáticas. Hemos clasificado tipos de tareas a las que se adapta el material y hemos identificado estrategias de resolución que los alumnos han desarrollado en las que se pone de manifiesto el desarrollo de algunas competencias matemáticas. Indicamos las distintas experiencias de uso del material en aulas de secundaria que hemos llevado a cabo, a partir de las cuales hemos iniciado el análisis del aprovechamiento que los alumnos obtienen al usar este recurso.

El material Thesaurus

Thesaurus fue presentado en el Grupo de Aprendizaje de la Geometría en A Coruña (Diego et al, 04). Es una base de datos multilingüe en red de acceso libre² que contiene más de 4.000 conceptos matemáticos con más de 14.000 conexiones entre ellos, miles de ejemplos interactivos que utilizan una amplia variedad de representaciones, en muchos casos interactivas y/o animadas, y que proporciona una visión explícita de los vínculos entre conceptos a través de un *grafo de conexiones* y de *columnas de relaciones* que contienen distintos tipos de enlaces entre términos.

La incorporación de Thesaurus al aula de matemáticas no supone una ruptura fuerte con un modo de enseñanza tradicional. Por ello, tanto los profesores como los alumnos manifiestan una confianza inicial en su uso. Sin embargo, incorpora elementos novedosos que permiten proponer progresivamente una variedad de tareas que condicionan los modos de resolver problemas y, en consecuencia, influyen en el desarrollo de competencias. Presentamos un análisis de estas tareas en la sección siguiente.

¹ Este trabajo ha sido cofinanciado por la Universidad de Cantabria y la Consejería de Educación y Juventud del Gobierno de Cantabria.

² <http://thesaurus.maths.org/>

Tareas y competencias matemáticas

La idea de *competencia* descrita en el Proyecto PISA (OECD, 04; Rico, 04) se manifiesta a través de la capacidad de los alumnos para emplear el conocimiento en la práctica al resolver *tareas* matemáticas en contexto. Este vínculo entre las tareas y las competencias está condicionado por el contenido matemático que se trate (Lupiáñez et al, 05) y por las características del entorno en que tenga lugar el aprendizaje (Cobo y Fortuny, 05). En particular, es destacable la influencia de la *tecnología* que se utilice, es decir, del conjunto de instrumentos que forman parte de las prácticas y que condicionan los modos de conocer.

Por ello, en nuestro propósito de valorar la influencia de Thesaurus hemos realizado una clasificación de los tipos de tareas matemáticas que se pueden llevar a cabo con este recurso teniendo en cuenta los usos externos del material que los alumnos han manifestado al resolver problemas (en las distintas experiencias que describimos en la sección siguiente). Asimismo hemos interpretado las acciones de los alumnos ante la resolución de dichos problemas en términos de competencias matemáticas. En esta interpretación hemos tenido en cuenta las características del entorno de aprendizaje en que se han llevado a cabo las experiencias y la relación de las prácticas propuestas con otras prácticas anteriores realizadas por los alumnos.

Los problemas que hemos utilizado como referencia para describir los tipos de tareas a realizar con Thesaurus han sido de contenido geométrico y tienen cabida en el actual currículo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Es importante observar que las tareas que vamos a describir involucran siempre más de una competencia y que los problemas que hemos planteado a los alumnos conllevan la realización de una o más de dichas tareas.

Los tipos de tareas que hemos identificado hasta el momento se resumen en la Tabla 1 siguiente. Después explicamos con más detalle y a través de ejemplos concretos, los distintos tipos de tareas descritos en la Tabla 1, así como los usos de Thesaurus que los alumnos han llevado a cabo y las competencias que consideramos involucradas. En esta descripción mencionaremos las estrategias seguidas por los alumnos.

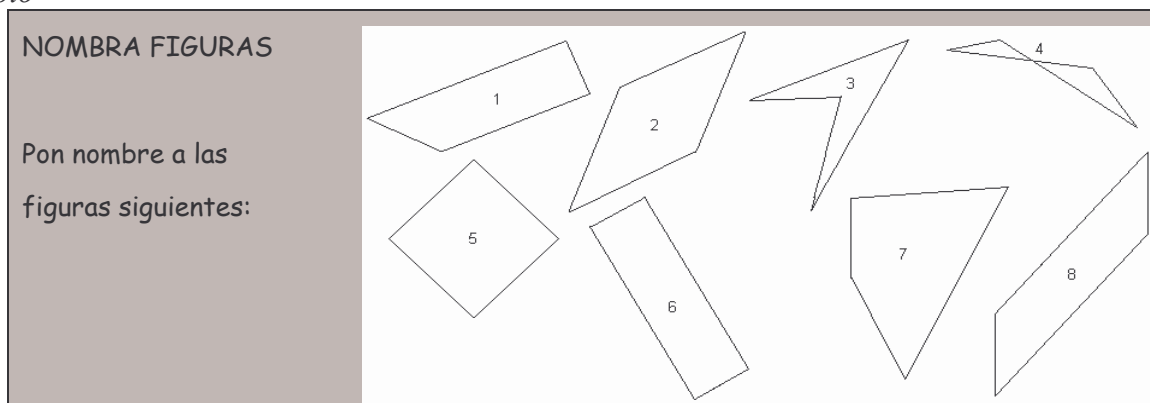
	Tareas Thesaurus
1)	Poner nombre a objetos familiares mostrados mediante alguna representación gráfica.
2)	Relacionar conceptos distintos a través de sus propiedades.
3)	Aplicar una fórmula, concepto o propiedad inusual a una situación conocida.
4)	Aplicar una fórmula, concepto o propiedad a una situación desconocida.
5)	Descubrir un concepto o propiedad nueva (y su denominación).

Tabla 1. Tipos de tareas

Tareas tipo 1:

En estas tareas los alumnos han de buscar un nombre técnico para referirse a conceptos cuya representación gráfica es de uso habitual en alguno de los contextos de los alumnos. Para resolverlas con éxito han de recorrer el camino de ida y vuelta entre la representación gráfica y las propiedades que aparecen en los distintos niveles de las definiciones en Thesaurus. La consulta a las galerías gráficas de Thesaurus es de gran ayuda en esta tarea, pero dado que éstas no se encuentran organizadas de ninguna forma lógica, es más efectivo el empleo de la columna de relaciones y del grafo de conexiones.

Ejemplo



Para la resolución de esta tarea, los alumnos han usado Thesaurus de forma intensiva:

- Han consultado, a partir del nombre, las definiciones de distintos cuadriláteros para asegurarse de escoger el nombre preciso.
- A partir de la columna de relaciones o a partir de las galerías gráficas, han encontrado nombres no habituales (p. ej. la figura 3, llamada ‘punta de flecha’ en Thesaurus). También han buscado nombre para figuras que no tienen porqué tenerlo (p. ej. la figura 4).
- Han interpretado el texto de distintas definiciones tratando de ver si una figura para la que no conocen un nombre directo ‘encaja’ (p. ej., ver si la figura 4 responde a la definición de cuadrilátero).
- Han buscado nombres habituales en su entorno pero que no aparecían³ necesariamente en la clasificación jerárquica de los cuadriláteros que mostraba Thesaurus (trapezoide, romboide).
- Han comparado el texto de distintas definiciones para discriminar (qué no es) una figura antes de otorgarle nombre (p. ej. para poner nombre a las figuras 1 y 7).

Por ello, consideramos que se han puesto de manifiesto fundamentalmente las competencias Pensar y Razonar, Comunicar, Representar, y Utilizar lenguaje en niveles que corresponden al cluster⁴ de Conexiones.

³ Thesaurus es un material en desarrollo que progresivamente se va adaptando a las necesidades de cada idioma. Actualmente se han incorporado determinados nombres de uso común en castellano (trapezoide, romboide) que inicialmente no existían dado que la versión contenía sólo la traducción de términos habituales en inglés.

⁴ PISA asume que ante una tarea matemática se pueden poner en juego varias competencias, aunque con distinta profundidad. Por ello organiza las competencias en tres *cluster* (o *grupos de competencia*): Reproducción, Conexiones y Reflexión. La idea de cluster conjuga información, por un lado, sobre las características de las tareas y, por otro lado, sobre el tipo de demandas cognitivas que se requieren para resolverlas (OECD 04).

Los alumnos reconocen haber utilizado Thesaurus fundamentalmente para encontrar nombre a las figuras 3 y 4 (el hecho de haber encontrado un nombre para 3 ha hecho que esperasen encontrar nombre específico para 4).

Tareas tipo 2:

En estas tareas los alumnos han de relacionar contenidos matemáticos empleando distintos criterios. Comparar las propiedades de los conceptos que aparecen enunciadas en el texto de las definiciones de Thesaurus es una estrategia posible para resolver estas tareas, aunque suele ser necesario complementarla con otras que permitan establecer clasificaciones entre conceptos. El grafo de conexiones de Thesaurus es una herramienta de gran utilidad para estos propósitos.

Ejemplo

PROPIEDADES DE CUADRILÁTEROS

1. ¿Qué características tienen en común los paralelogramos y los rectángulos?
2. ¿En qué se diferencian los rectángulos de otros paralelogramos?

Para resolver este problema la mayoría de los alumnos han buscado las dos definiciones implicadas a partir de los nombres y han comparado, una a una, las listas de propiedades que vienen en ellas. De esta forma, Thesaurus ha ayudado a expresar con un lenguaje riguroso y en términos de propiedades geométricas las características comunes/diferentes de paralelogramos y de rectángulos. No obstante, no todas las propiedades enunciadas en Thesaurus son directamente comparables, de forma que para resolver con éxito esta tarea es necesario deducir unas propiedades a partir de otras (p. ej. deducir que el paralelogramo tiene lados opuestos iguales sabiendo que son paralelos), interpretar el significado de algunas propiedades (p. ej. tener simetría rotacional de orden 2) y, para ello, manejar distintos sistemas de representación. Este tipo de estrategia ha dificultado el resolver correctamente la segunda pregunta y ha ignorado la jerarquía entre las figuras presentadas.

Otros alumnos, aunque en un pequeño porcentaje, han interpretado el problema en términos lógicos y, dado que Thesaurus afirma que 'Un rectángulo *es un* paralelogramo con ángulos...' han respondido conjuntamente a las dos preguntas observando la inclusión de los rectángulos en los paralelogramos.

Por ello consideramos que se han puesto de manifiesto fundamentalmente las competencias Pensar y Razonar, Argumentar, Comunicar, y Representar en el nivel correspondiente al cluster de Reflexión.

Tareas tipo 3:

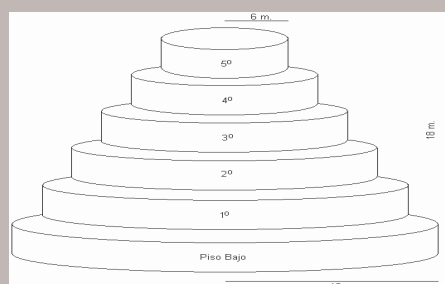
En estas tareas los alumnos han de resolver cuestiones elementales en situaciones familiares pero que se encuentran condicionadas por la necesidad de recordar con precisión una fórmula, concepto o propiedad que reconocen y han estudiado, pero que no forma parte de los conocimientos de uso habitual. En este caso, cualquiera de las herramientas de Thesaurus permite localizar el conocimiento deseado de forma rápida. El hecho de contar con descripciones precisas de lo que se busca permite reconducir estrategias erróneas en la resolución de los problemas.

Ejemplo:

EDIFICIO ACRISTALADO

Un arquitecto presenta un proyecto de un edificio de 6 pisos que tiene la forma de la figura.

Si la superficie lateral de cada piso lleva un cristal especial, ¿cuántos metros cuadrados (m^2) de dicho cristal se usarán en el tercer piso?



Los pasos que han seguido mayoritariamente los alumnos para resolver esta tarea son los siguientes:

1. Reconocer en el dibujo los cilindros que forman cada piso y buscar en Thesaurus la fórmula del área lateral del cilindro.
2. Deducir de los datos de la figura el radio y la altura del tercer piso.
3. Aplicar la fórmula y completar los cálculos.

El primer paso ejercita el reconocimiento de figuras geométricas simples en una situación del mundo real e identifica la existencia de una fórmula que resuelve el problema, aspectos que forman parte de las competencias de Modelar y de Representar. El segundo paso corresponde a la competencia de Pensar y Razonar en un nivel medio según los cluster que estamos manejando. El último paso involucra la competencia de Usar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.

Para la resolución de este problema los alumnos han seguido básicamente una estrategia única. Un alto porcentaje de alumnos dicen haber necesitado Thesaurus para consultar la fórmula que no recordaban, razón por la cual no hubieran resuelto el problema sin ayuda (Thesaurus, libro, profesor). La ayuda de Thesaurus se ha considerado efectiva por la sencillez de la búsqueda (frente a un libro de texto) y por la desinhibición al consultar algo que ya deberían saber.

Tareas tipo 4:

En estas tareas los alumnos se enfrentan a cuestiones que posiblemente resuelvan con pericia en contextos familiares para ellos, es decir, en situaciones que han trabajado previamente, pero ahora han de interpretarlas en una situación novedosa o que presenta alguna peculiaridad. Es necesario coordinar distintos significados de los conceptos que aparecen para poder resolverlas con éxito. La situación suele evocar en el alumno el recuerdo del ámbito de conocimiento matemático necesario para resolverla, de modo que Thesaurus le permite un acceso rápido a dicho dominio. Además le ofrece, a través de los distintos niveles de las definiciones, significados variados sobre cada concepto; y a través del grafo de conexiones y sus tipos de enlaces, le proporciona una visión de las relaciones entre conceptos. Con estos elementos, el alumno necesitará realizar una selección correcta de los significados útiles al problema. Son ejemplos de estas tareas algunas fases de los problemas en los que hay que modelar una situación.

Ejemplo:

MARCO DE FOTOS

El ancho de un marco mide lo mismo, m , en horizontal y en vertical.

¿Son semejantes el rectángulo completo y el rectángulo en el que se coloca la fotografía?

Para resolver este problema la mayoría de los alumnos han consultado en Thesaurus algún concepto relacionado con la semejanza, hasta encontrar algún criterio operativo en las definiciones. Han consultado las imágenes gráficas correspondientes, pero las han desechado por no contener figuras directamente equiparables a las del problema. Después, mayoritariamente han intentado comprobar la proporcionalidad de los lados, pero la dificultad que les ha supuesto el no disponer de datos numéricos, ha hecho que varios alumnos intentasen aplicar un criterio geométrico mencionado en la definición de *polígonos semejantes* en Thesaurus: “al colocarlos encajados, las diagonales desde el vértice común coinciden”. Este criterio, desconocido para los alumnos, ha generado la duda sobre lo

que significa colocar a los polígonos *encajados*, término que algunos alumnos han tratado de localizar en el diccionario.

Los alumnos han ejercitado las competencias de Pensar y Razonar, Argumentar, Comunicar, Representar y Utilizar lenguaje, ya que han necesitado emplear el concepto de semejanza en una situación no usual, han seleccionado el criterio de semejanza que les permitiese finalizar con éxito y argumentando su respuesta, han manipulado distintas representaciones de la noción de semejanza y han utilizado el lenguaje simbólico, todo ello en el nivel correspondiente al cluster de Reflexión.

Tareas tipo 5:

En estas tareas los alumnos han de llevar a cabo estrategias que les lleven a descubrir propiedades o conceptos que no conocen de antemano. Encontrar la denominación exacta de un concepto o propiedad exige a los alumnos manipular con rigor el lenguaje matemático. Dado que Thesaurus ofrece relaciones que muestran el dominio completo al que pertenece un concepto, permite acercarse a él a través de un proceso de búsqueda en el que se pueden combinar elementos gráficos y texto escrito. Por ello, además del descubrimiento de un *nombre* nuevo, es fundamental el proceso seguido para obtenerlo. En este proceso Thesaurus sirve como soporte de confianza dado que el alumno está seguro de que la respuesta a su tarea se encuentra en Thesaurus. Entran dentro de este apartado las tareas para las cuales es importante contar con construcciones manipulables de geometría dinámica. Thesaurus dedica una galería a estas construcciones, que se encuentran enlazadas a sus correspondientes definiciones.

Ejemplo:

TEOREMA DE VARIGNON⁵

Completa las afirmaciones siguientes y responde a las preguntas:

- a) Al unir los puntos medios de los lados de una **cometa** se obtiene un _____.
- b) Busca otros cuadriláteros cuyos puntos medios determinen el mismo tipo de cuadrilátero que la cometa.
- c) Las diagonales de la cometa y de los cuadriláteros que hayas obtenido en el apartado (b) tienen una propiedad común. Indica cuál es esa propiedad y localiza en Thesaurus el nombre que se da a los cuadriláteros de ese tipo.

Establece ahora un resultado general:

Al unir los puntos medios de los lados de un **cuadrilátero** _____ se forma un _____. Trata de justificarlo.

Para resolver este problema, los alumnos han buscado información relativa al Teorema de Varignon y han experimentado con las galerías que contienen representaciones dinámicas de utilidad para este problema. También han buscado algunas definiciones básicas –cometa-. A partir del manejo de las representaciones dinámicas, han realizado conjeturas (*las diagonales se cortan perpendicularmente*), y las han validado buscando términos en Thesaurus que pudiesen contener directamente el enunciado de su conjetura (*cuadrilátero ortodiagonal*). Para ello, han usado con profusión la columna de relaciones y, ocasionalmente, el grafo de conexiones. Ante la demanda de *justificación* que les pedía el problema, no han realizado demostraciones matemáticas formales que apoyasen la validez de sus hallazgos, aunque en algunos casos han tratado de utilizar definiciones y propiedades de Thesaurus como apoyo a sus argumentaciones informales.

⁵ En la prueba pasada a los alumnos estas preguntas a, b y c iban precedidas y seguidas de otras, todas ellas relacionadas con el Teorema de Varignon.

Consideramos que ante estas tareas los alumnos han ejercitado fundamentalmente las competencias de Pensar y Razonar, Argumentar, Representar y Utilizar lenguaje, en niveles que corresponden al cluster de Reflexión.

Experiencias realizadas

Hemos llevado a cabo dos tipos de experiencias distintas:

a) *Pruebas piloto*: Durante periodos aislados de entre 1 y 2 horas de duración, un total de 50 alumnos de 4º ESO, Opción B, de tres centros distintos han resuelto cuestionarios de preguntas aisladas sobre temas conocidos. Las características de este tipo de experiencia han sido las siguientes:

- Se han desarrollado en el Aula de Informática del centro, con uno o dos alumnos por ordenador.
- En el momento de iniciar la prueba los alumnos desconocían Thesaurus y eran informados brevemente (durante unos 15 minutos) de sus características técnicas. A partir de ese momento se les entregaban las Hojas de Trabajo con todos los ejercicios que debían resolver. Estas resoluciones se recogían al final del periodo de tiempo marcado y se resolvían de forma anónima.
- Han estado presentes sus profesores, además de otros miembros del equipo para garantizar una respuesta rápida a sus dudas sobre los enunciados de las preguntas o para resolver problemas de tipo informático.
- Se ha dejado libertad a los alumnos para que hablasen cuando lo desearan entre sí o con los profesores.

b) *Unidad Didáctica*⁶:

Con el propósito de obtener datos sobre los usos de Thesaurus que se desarrollan al cursar una unidad didáctica completa, los alumnos de 2º ESO han trabajado “*La proporcionalidad geométrica*” durante un mes, en una experiencia con las siguientes características:

- Los alumnos han trabajado en el Aula de Informática dos días a la semana, dos alumnos por ordenador, con su profesor habitual.
- Se les han entregado hojas de trabajo que inicialmente contenían tareas muy dirigidas, pero que progresivamente incluyeron tareas para que cada alumno investigara y llegara a conclusiones por sí mismo.
- Al finalizar cada sesión se han comparado los resultados y los procedimientos empleados por los alumnos en la resolución de los ejercicios y se han sacado las conclusiones pertinentes.
- La evaluación del tema se ha realizado a través de un examen.

Esta experiencia se realizó también con un grupo de Matemáticas de 4º ESO, opción A, en vista de la positiva actitud que manifestaron los alumnos con mayores dificultades en matemáticas en el grupo de 2º ESO.

Conclusiones

Si bien al inicio de la experimentación considerábamos que el *grafo de conexiones* constituía una de las herramientas didácticas más potentes de Thesaurus, hemos observado que los alumnos lo utilizan raramente. Al no formar parte de sus instrumentos de uso habituales, no lo emplean de forma espontánea y, aún en los casos en los que el profesor les sugiere su uso, no lo utilizan de forma productiva. Por ejemplo, al demandarles que realicen un mapa conceptual con las figuras que hemos mostrado en las Tareas Tipo 1, los alumnos no siguen una estructura lógica clara y no consiguen un

⁶ Hemos desarrollado una serie de Unidades Didácticas que hacen uso de Thesaurus y que pueden solicitarse a cualquiera de los autores de este trabajo.

aprovechamiento satisfactorio de la información que el grafo contiene: mayoritariamente realizan clasificaciones de los polígonos en forma de partición (p. ej. no reconocen que el cuadrado sea rombo ni rectángulo), mientras que el grafo de Thesaurus les presenta una estructura jerárquica.

Respecto del uso de las *galerías de imágenes* podríamos decir algo similar. La variedad de imágenes que aparecen sobre algunos conceptos, combinada con el texto de las definiciones y el lenguaje matemático en que se expresan las propiedades, proporciona un entorno propicio para intercambiar información entre sistemas de representación. Por ello, cuando realizábamos la presentación inicial del material a los alumnos, resolvíamos algunos problemas-modelo que se apoyaban en el uso de las imágenes. Esto propició que, en un primer momento, los alumnos tendiesen a buscar ante todo imágenes asociadas a cada problema, sin pensar si era necesario o no, o si era fácil o complicado encontrarlas. De esta forma, la mayoría de los alumnos utilizó, al principio, las galerías de imágenes como ‘diccionarios gráficos’ con la dificultad que conlleva el hecho de que en Thesaurus no hay una clasificación lógica de las imágenes. Posteriormente, las galerías se usaron con menos frecuencia de la esperada. Los alumnos continuaron su trabajo buscando las definiciones vía texto o a través de la columna de relaciones, de modo que el intercambio de información entre sistemas de representación apoyado por Thesaurus fue más bien caótico, poco reglado y poco consciente. No obstante, se ha observado que aquellos alumnos con mayores dificultades de aprendizaje han utilizado las imágenes con mayor frecuencia, y que este elemento de apoyo les ha conducido al éxito en numerosas ocasiones.

En cuanto la aceptación por parte de los alumnos, hemos observado que los alumnos que habitualmente en las clases tradicionales mostraban dificultades de atención y/o de comprensión fueron capaces de participar y de obtener resultados por sí mismos, lo cual les dio una mayor seguridad y deseo de continuar con el trabajo. Algunos de estos alumnos utilizaron Thesaurus desde su domicilio en un intento por resolver las tareas propuestas. Mostraron un gran interés por algo en lo que ellos se sentían capaces de participar y que les proporcionaba resultados inmediatos y satisfactorios. Los alumnos con buenos resultados en Matemáticas también valoraron positivamente el material, como un libro de consulta cómodo, mientras que los alumnos ‘intermedios’ fueron los que manifestaron una mayor apatía ante el uso de Thesaurus. En todos los casos, se desarrollaron de forma espontánea frecuentes interacciones entre los grupos de alumnos, lo que permitió superar algunas dificultades matemáticas durante la resolución de problemas.

Respecto del ritmo de trabajo, el uso de Thesaurus permitió flexibilizarlo. El profesor tenía la posibilidad de elaborar o reelaborar material de trabajo según los grupos de alumnos, adaptando así las actividades a distintos niveles de consecución de objetivos: durante el desarrollo de la unidad didáctica, algunos alumnos trabajaban actividades de ampliación mientras que otros trabajaban actividades de refuerzo en la misma sesión.

Con esta experiencia, hemos iniciado un trabajo encaminado a valorar la validez de Thesaurus para activar el conocimiento del alumno en situaciones prácticas y para desarrollar distintas competencias matemáticas.

Bibliografía

- Cobo P., Fortuny J.M. (2005).** *El sistema tutorial AgentGeom y su contribución a la mejora de las competencias de los alumnos en la resolución de problemas de matemáticas.* Actas del IX SEIEM, Córdoba (descargado el 1 de Julio de 2005 de <http://blues.uab.es/%7Eipdmc/tecnologia/tecnologia.htm>).
- Diego J.M., González M.J., Santos F. (2004).** *Presentación del proyecto Thesaurus.* CD de los Grupos de Investigación del VIII Simposio de la SEIEM. A Coruña.
- Niss, M. (2003).** *Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Project.* In: A. Gagatsis & S. Papastavridis (Eds.). 3rd Mediterranean Conference On Mathematical Education. Athens - Hellas 3-4-5 January 2003. Athens: The Hellenic Mathematical Society, 115-124.
- Lupiáñez J. L., Rico L., Gómez P., Marín A. (2005).** *Análisis cognitivo en la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria.* CD-Rom del V CIBEM Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática, Oporto, Portugal.
- OECD (2004).** *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas.* Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo.
- Rico L. (2004).** *La evaluación de Matemáticas en el Proyecto PISA.* En R. Pajares, A. Sanz, L. Rico: Aproximación a un modelo de evaluación: el Proyecto PISA 2000. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo, pp. 39-51.