

**Implantación de una metodología activa de enseñanza  
aprendizaje de la Ingeniería de los Lenguajes de  
Programación  
Código del Proyecto: ID10/038**

**Memoria de Resultados**

Investigadora principal: Dra. Vivian Félix López Batista  
Departamento de Informática y Automática  
Universidad de Salamanca - Facultad de Ciencias  
Plaza de la Merced, s/n  
37008 Salamanca

## Tabla de contenido

1) INTRODUCCIÓN .....	3
2) OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	4
3) ESTADO DEL PROYECTO .....	6
4) PLAN DOCENTE DE LA NUEVA ASIGNATURA.....	6
5) CONCLUSIONES .....	9

**En este documento se presentan los resultados obtenidos en el Proyecto Adaptación de las asignaturas Lenguajes Formales de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y Procesadores de Lenguajes de la Ingeniería en Informática al EEES: “Implantación de una metodología activa de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería de los Lenguajes de Programación”, Código del Proyecto: ID10/038, concedido por la Universidad de Salamanca el 31 de mayo de 2010.**

# 1) Introducción

El presente proyecto se enmarca dentro de los nuevos estudios Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Para dichos estudios las asignaturas Lenguajes Formales de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y Procesadores de Lenguajes de la Ingeniería en Informática juegan un papel fundamental, pero se hace imposible que ambas materias se integren tal y como están actualmente en el Grado en Informática dentro del EEES. Como hemos señalado en el punto anterior de esta memoria de solicitud, se pretende que este proyecto sea la continuación de un proyecto anterior: Ingeniería de los Lenguajes de Programación, concedido por la Universidad de Salamanca **Código del Proyecto: ID/0028 el 17 de octubre de 2008**. En los planes de estudios de ambas asignaturas, existen deficiencias que unido al recorte a cuatro años de la titulación nos obliga a integrar los contenidos de ambas asignaturas en una sola, que llamaremos “Ingeniería de los Lenguajes de Programación” y que situaríamos en el bloque curricular de contenidos comunes, específicos de Graduado en Informática (Tercer curso).

Podemos aprovechar este momento de cambio, el de la pretensión de construir un EEES dentro del proceso de convergencia europea, como idóneo para introducir además de los cambios específicos en los planes de estudio, algunas estrategias en el proceso educativo que permitan mejorar el aprendizaje de los alumnos. Este proyecto nos servirá para profundizar en estos aspectos mediante un trabajo más coordinado, tratando de involucrar aún más a todos los participantes, profesores y alumnos, en una enseñanza definitivamente centrada en el aprendizaje con las nuevas tecnologías.

En el proyecto anterior se alcanzaron objetivos específicos, se elaboraron las guías y planes de estudio, cuyo destino final era la asignatura Ingeniería de los Lenguajes de Programación, se pusieron en práctica sus contenidos en una prueba piloto en el segundo cuatrimestre del curso 2008-2009, dentro del plan de estudios vigente en el sitio que ocupa hoy Procesadores de Lenguajes con 9 créditos LRU. A través de esta prueba se dio un impulso a la actividad de los alumnos en pequeños grupos, se mejoró la participación de los alumnos en el sistema de tutorías, a través de prácticas y seminarios con cada grupo de alumnos, dirigidos por el profesor. Por último se puso a disposición de los alumnos el material de trabajo de las diferentes materias a través de las páginas web que los profesores mantienen actualizadas en la plataforma Studium.

Los profesores involucrados en el proyecto están interesados en continuar perfeccionando los métodos “e-learning”, ya que la mejora y extensión del uso de nuevas tecnologías facilita el aprendizaje y el desarrollo de competencias genéricas, sobre todo en esta asignatura que pretende enseñar a los alumnos cómo se crea e implementa un lenguaje de programación.

El proyecto persigue potenciar el uso de entornos gráficos, porque ellos atenúan la complejidad del diseño de los procesadores de forma manual, favorecen la calidad del compilador obtenido y reducen el tiempo de aprendizaje de los alumnos. Existen herramientas gráficas y entornos de desarrollo integrados de fácil acceso, susceptibles de un uso pertinente en algunas actividades de la nueva asignatura. Estas características gráficas los convierten en una herramienta ideal para el uso en la docencia de materias que incluyan analizadores y/o traductores de lenguajes formales, donde el alumno pueda ver intuitivamente y comprender cada fase.

Existe muchas herramientas que generan analizadores de lenguajes, que van desde las más tradicionales como Yacc (Yet Another Compiler Compiler) o CUP (Constructor of Useful Parsers) hasta las más novedosas como ANTLR (ANother Tool for Language Recognition), JavaCC (Java Compiler Compiler) o LISA (Language Implementation System based on Attribute grammars). En su mayoría excepto las tres últimas, no genera resultados gráficos y son precisamente a las que ahora mismo tienen acceso los alumnos desde Studium.

Con el nuevo proyecto pretendemos potenciar el uso de herramientas gráficas ya existentes, que se ejecutan en la web desde Java, como LISA o ANTLR, además crear una herramienta más enfocada a la docencia, capaz de generar un traductor que soporte el desarrollo de lenguajes incrementales a

partir de una especificación formal proporcionada por el usuario de manera visual y eficiente, que adopte un enfoque novedoso en la resolución de conflictos y manejo de errores. Esta herramienta debe incluir *podcast* que permitan grabar y difundir contenidos asociados a la enseñanza de cómo se genera un lenguajes.

Expondremos a continuación los objetivos que se proponían para el proyecto y las conclusiones a las que hemos llegado en la fase actual de desarrollo.

<b>Objetivos:</b>	<b>Conclusiones:</b>
<p>1. Continuar desarrollando estrategias para racionalizar la actividad de los alumnos, de forma que esta suponga una mejora de su aprendizaje. Así como el incremento de la coordinación de las actividades en las asignaturas.</p>	<p>Mediante la actualización de la Página WEB de la nueva asignatura en la plataforma STUDIUM y a través de herramientas desarrolladas, la docencia de sesiones teóricas y prácticas de las asignaturas relacionadas se ha racionalizado.</p> <p>De esta forma se potencia la coordinación entre los docentes implicados en la docencia de las asignaturas indicadas. Además se incide positivamente en el proceso docente, facilitando la creación de material didáctico más atractivo para el discente y con nuevos cauces de comunicación entre ambas partes.</p>
<p>2. Contribuir al refuerzo de la calidad de la enseñanza universitaria que se imparte en la Universidad de Salamanca y el enfoque social de la misma. Reforzar su competitividad con respecto a la demanda del mercado de trabajo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reforzamiento del sistema de tutorías.</li> <li>2. Mejora y extensión del uso de nuevas tecnologías para facilitar el aprendizaje y el desarrollo de competencias genéricas.</li> </ol>	<p>Estos objetivos son complementarios, al añadir mejoras y extender el uso de nuevas tecnologías para facilitar el aprendizaje y el desarrollo de competencias genéricas, hemos incrementado la motivación del alumno, dada la importancia de una correcta asimilación de estos contenidos para poder abordar con éxito el resto de asignaturas.</p> <p>El esfuerzo que supone la creación de contenidos y su puesta a disposición del alumnado tiene sus frutos en preguntas y respuestas que de otro modo no habrían sido posibles.</p> <p>Se ha observado en el alumnado un mayor interés por la asignatura, hecho que puede comprobarse en las estadísticas que nos brinda Studium sobre la cantidad de horas que dedican los alumnos a las asignaturas. Las consultas por vía electrónica han crecido, los contenidos de la asignatura están disponibles para todos de igual modo. El aspecto de autoevaluación también resulta positivo; se han hecho pruebas consistentes en colgar exámenes de auto evaluación y los resultados conocidos y solicitar que los alumnos calculen (mediante programas) las respuestas correspondientes. La comparación de resultados y métodos entre alumnos, que hemos observado, ha supuesto una notable fuente de clarificaciones.</p>

Como objetivos específicos cabe citar:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender cada parte del proceso de compilación y las diferentes formas de abordarlo, según las características del problema y el tipo de solución requerida.</li> <li>2. Relacionar el análisis sintáctico con el</li> </ol>	<p>Estos objetivos específicos se han logrado trabajando en primer lugar en la elaboración de las guías y planes de estudio, cuyo destino final es la asignatura Ingeniería de los Lenguajes de Programación, se ha puesto en <b>práctica sus contenidos en una prueba</b></p>
--	--

<p>semántico, y para ello, estudiar la extensión de las representaciones sintácticas para incorporar atributos que permiten la incorporación de información semántica.</p> <p>Relacionar las representaciones intermedias resultantes del análisis sintáctico y semántico con la gestión de memoria y todos los problemas derivados de la generación de código de un programa.</p> <p>3. Saber utilizar herramientas representativas para la producción de un procesador de lenguaje, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANTLR (<i>ANother Tool for Language Recognition</i>).</li> <li>• JavaCC (<i>Java Compiler Compiler</i>).</li> <li>• LISA (<i>Languag e Implementation System based on Attribute grammars</i>).</li> </ul> <p>4. Desarrollo de los componentes necesarios para la obtención de un traductor a través de la herramienta Sistema para la Generación Interactiva de Compiladores e Intérpretes (GICI) que utilice mecanismos que permitan examinar gráficamente el progreso y los resultados intermedios en las distintas fases.</p>	<p><b>piloto en el segundo cuatrimestre del curso 2009-2010</b>, dentro del plan de estudios vigente en el sitio que ocupa hoy Procesadores de Lenguajes con 9 créditos LRU. A través de esta prueba hemos dado un impulso a la actividad de los alumnos en pequeños grupos a través de diferentes prácticas que utilizan diferentes herramientas. Se ha mejorado la participación de los alumnos en el sistema de tutorías, a través de prácticas y seminarios con cada grupo de alumnos, dirigidos por el profesor. El alumno debe desarrollar un compilador eligiendo un conjunto de herramientas y un lenguaje de implementación. La práctica tendrá que ser defendida ante un profesor.</p> <p>Además de ser un elemento motivador, la utilización de las herramientas específicas para el desarrollo de compiladores ha propiciado situaciones que ayudan a una mejora sustancial del aprendizaje de los alumnos y de su futura inserción en el ámbito profesional. Sobre todo las que contienen mecanismos que permitan examinar gráficamente el progreso y los resultados intermedios en las distintas fases.</p> <p>Para el cumplimiento de este objetivo se ha vinculado esta materia con diferentes proyectos de fin de carrera que requieren el diseño de lenguajes para un dominio específico, concretamente los que se realizan a través de convenio de colaboración del Departamento de Informática y Automática y la empresa Hewlett-Packard (HP) como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La <b>Herramienta de retención de datos</b>: Codificación de sentencias SQL mediante Lenguaje XML para la Gestión y Administración de Aplicaciones.</li> <li>2. Migración de código PL1 a Lenguaje C.</li> <li>3. Explotación Parser PL1 para documentación.</li> </ol>
---	---

## **2) Estado del proyecto**

El proyecto se encuentra actualmente en una fase de explotación experimental, y se está recibiendo la realimentación por parte de los alumnos que utilizan la plataforma Studium a través de la asignatura actual, Procesadores de Lenguajes.

Una vez realizada la constitución del grupo de trabajo y presentación del Proyecto Piloto se revisaron los Proyectos Docentes de las asignaturas implicadas en el actual plan de estudio. Posteriormente se elaboró y presentó el proyecto docente de la nueva asignatura Ingeniería de los Lenguajes de Programación y se elaboró el calendario de actividades para el curso 2010/2011. Antes del comienzo del primer cuatrimestre se prepararon y coordinaron de las actividades de comienzo de curso para el segundo cuatrimestre que es donde se imparten las asignaturas incluidas en el proyecto piloto. Se realizó la presentación del Proyecto Piloto a los alumnos y se puso en marcha. Se ha realizado un seguimiento quincenal de la dedicación semanal de los alumnos a las diferentes actividades mediante un cuestionario. Se pudo comprobar que la dedicación del alumno para poder desarrollar la práctica obligatoria de la nueva asignatura y poder seguir sus contenidos es de alrededor de 155 horas de trabajo independiente además de las horas de clase. Se realizó una encuesta a los estudiantes de ambos cursos para disponer de información detallada de sus opiniones respecto de la evolución del curso a través de cada asignatura y del proyecto. En ella se pudo comprobar la mejora de resultados en cuanto al aprendizaje y desarrollo de procesadores de lenguajes utilizando esta metodología activa que incluye las diferentes herramientas gráficas. Los alumnos también manifestaron su satisfacción al culminar la realización del compilador pues plantean que por primera vez son capaces de entender el procesamiento de los lenguajes de alto nivel utilizados en la titulación. Reconocen también la utilidad de las herramientas gráficas en el desarrollo de los proyectos de fin de carrera.

Con los resultados obtenidos se hace una valoración positiva de los resultados del Proyecto Docente implantado y la revisión de actividades para el siguiente curso, incorporando la metodología activa con las mejoras extraídas del proyecto.

### **4) PLAN DOCENTE DE LA NUEVA ASIGNATURA**

El trabajo que se llevará a cabo supondrá un cambio en el plan de estudios vigente y afectará a la asignatura, Ingeniería de los Lenguajes de Programación, para impartir contenidos formativos comunes (60% créditos ECTS), en el Tercer Curso de Graduado en Informática. Se Implantará la metodología activa de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería de los Lenguajes de Programación siguiendo un enfoque eminentemente práctico e interactivo dentro del plan de estudio en las correspondientes unidades didácticas:

1. Introducción a los lenguajes y gramáticas formales. Generalidades. Historia. Compiladores.
2. Autómatas finitos y lenguajes regulares. Autómatas finitos deterministas y no deterministas. Gramáticas regulares y expresiones regulares. Análisis léxico. Herramientas.
3. Gramáticas y lenguajes independientes de contexto. Definiciones. Autómatas de Pila. Análisis sintáctico. Grafos sintácticos.
4. Análisis sintáctico. Tabla de símbolos. Construcción de analizadores. Herramientas.
5. Semántica y análisis de tipos. Traducción dirigida por la sintaxis. Gramáticas Atribuidas
6. Gestión y manejo de errores de léxico, sintácticos y semánticos.
7. Generación y Optimización de código. Código intermedio. Gestión de memoria.
8. Herramientas de generación de compiladores. (Prácticas)

Para poder elaborar las guías, cuyo destino final sería la asignatura Ingeniería de los Lenguajes de Programación se propone transformar dentro del plan de estudios vigente el sitio que ocupa hoy Procesadores de Lenguajes con 9 créditos LRU, se debe tener en cuenta la definición del crédito del R.D. 1497/1987 y sus posteriores modificaciones. Así:

La unidad de valoración de las enseñanzas se corresponde a diez horas de enseñanza teórica, práctica o de sus equivalencias entre las que podrán incluirse actividades académicas dirigidas, que habrán de preverse en el correspondiente plan docente junto con los mecanismos y medios objetivos de comprobación de los resultados académicos de las mismas. Todo ello sin perjuicio del cumplimiento del régimen de dedicación del profesorado, de conformidad con el Real Decreto 898/1985, de 30 de abril sobre régimen del profesorado universitario.

En ningún caso, salvo que se trate de enseñanzas en Universidades a distancia, el porcentaje del crédito correspondiente a las actividades académicas dirigidas será superior al 30%.

De esta forma, si 9 créditos LRU equivalen a 90 horas, se debe asegurar el 70% como mínimo de presencialidad, esto es, 63 horas entre horas de teoría y de práctica.

En la Tabla 1 se presenta la organización del esfuerzo del alumno para cubrir los 9 ECTS asociados a la asignatura. Por su parte en la Tabla 2 se distribuyen las horas presenciales entre los diferentes temas y el examen.

	Técnica	Actividad	A	B	C	D	E
			Horas equivalentes de clase	Factor de trabajo del alumno <sup>†</sup>	Horas de trabajo personal del alumno	Horas totales (A+C)	ECTS (D ÷ 25)
Teoría	Seguimiento de la parte teórica de las unidades didácticas	Asimila contenidos. Se plantean dudas que se planteará a los profesores en las tutorías	40	1,5	60	100	4
Práctica	Seguimiento de la parte práctica de las unidades didácticas 8	Experimentación, práctica, modelado	25	2	50	75	3
Práctica obligatoria	Práctica en grupo de obligada realización	Realiza las primeras fases de un compilador	-	-	40	40	1,7
Examen	examen final de la asignatura	Exámenes tipo test, supuestos prácticos...	2,5			2,5	0,1
Otras actividades	Tutorías personalizadas y grupales	Recibe orientación personalizada	-	-	2,5	2,5	0,1
	Búsquedas en la red, participación en foros especializados ...	Busca elementos para completar los contenidos	-	-	2,5	2,5	0,1
<b>TOTAL</b>			<b>67,5</b>		<b>155</b>	<b>222,5</b>	<b>9</b>

Tabla 1. Escenario ECTS = 25 horas de trabajo

NÚMERO DE HORAS PRESENCIALES		
Actividad	Horas Teoría	Horas Prácticas
Unidad Didáctica 1: Conceptos básicos	4	
Unidad Didáctica 2:	5	
Unidad Didáctica 3:	6	
Unidad Didáctica 4:	8	
Unidad Didáctica 5:	7	
Unidad Didáctica 6:	3	

<sup>†</sup> Número de horas dedicadas por el alumno al trabajo personal (organización de apuntes, estudio, documentación...) por cada hora de clase.

Unidad Didáctica 7:	7	
Unidad Didáctica 8:	0	25
Examen	2,5	
<b>TOTAL: 67,5</b>	<b>42,50</b>	<b>25</b>

Tabla 2. Reparto de horas presenciales

## 5) Conclusiones

Los contenidos de la asignatura siguiendo la metodología activa ya disponible para el alumnado a través de la plataforma Studium, y han estado en explotación durante el curso académico 2010/11. También se ha podido constatar el interés despertado en los alumnos por estos materiales, una vez examinadas las estadísticas de impactos (visitas) recibidos.

Los docentes disponen de una herramienta que les permitirá apoyar su docencia con materiales y metodologías mejor adaptadas a los objetivos planteados por la adaptación al EEES. Por otro lado, los alumnos disponen de un portal que les ofrece una visión global de la materia a cursar (Lenguajes Formales de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y Procesadores de Lenguajes de la Ingeniería en Informática), en una única asignatura: Ingeniería de los Lenguajes de Programación. Al reflejar la relación existente entre los contenidos de las diferentes asignaturas, el alumno siempre podrá recorrer dichos contenidos según sus propias necesidades de aprendizaje, mejorando la comprensión y asimilación de los mismos. Además se hace un especial hincapié en los aspectos prácticos, dando soporte a entrega de prácticas y a la utilización de herramientas para las mismas, lo que redundará en una mejor adquisición de competencias profesionales.

Quedan abiertas líneas de trabajo realmente interesantes. La que resulta más destacable es, sin duda, la relacionada con los aspectos de coordinación y colaboración docente-docente, docente-alumno y, como no, alumno-alumno. De hecho, fomentar entre los alumnos el trabajo en equipo es uno de los aspectos metodológicos más destacables de los planteados por la metodología activa. En este proyecto se ha incorporado una nueva iniciativa, la vinculación del alumno a través de los proyectos de fin de carrera con el mundo empresarial, lo que hace que tenga mejores salidas profesionales.