

**RS-EducA©:  
aplicación de las TICs en el desarrollo  
de una plataforma multiaprendizaje  
para la innovación educativa  
en la enseñanza de la Teledetección**

Antonio Alfonso Fernández-Manso

Carmen Quintano Pastor

**Página web del proyecto:** <http://RS-EducA©.blogspot.com/>

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Dentro del marco del Espacio Europeo para la Educación Superior (EEES) (Duran et al., 2009), aún en proceso de implantación en España, tanto las instituciones europeas como las españolas instan a migrar a nuevos paradigmas de enseñanza-aprendizaje, centrados en el aprendizaje autónomo durante toda la vida (LifeLong Learning, LLL). Cuando los estudiantes reflexionan de forma crítica, realizan investigaciones y desarrollan métodos para explorar nuevos temas, potencialmente ordenan sus propias ideas y fomentan nuevas conexiones entre las mismas. Esta experiencia puede preparar a los estudiantes para tomar conciencia de la nueva información científica y a integrarla con su anterior conocimiento a largo plazo (Lee et al., 2010). De esta forma, en los antiguos planes de estudios el papel protagonista era asumido por el profesor, mientras que en los actuales planes el alumno es el protagonista de su aprendizaje. Algunos trabajos que efectúan un análisis crítico de las mejoras obtenidas con la implantación de los nuevos Grados son Sánchez et al., (2008) y García et al., (2008), entre otros.

El proceso formativo de los nuevos Grados está basado en dos puntos fundamentales:

1. El aprendizaje de los conocimientos propios de cada titulación.
2. El desarrollo de las habilidades y destrezas (competencias) necesarias para adaptar dichos conocimientos al campo profesional (Álvarez et al., 2007). Por este motivo, los objetivos de cada asignatura deben fijarse teniendo en cuenta tanto el conocimiento como las competencias que el alumno debe conseguir. Sirvan como ejemplo las diez competencias más valoradas por el proyecto piloto European Tuning Project (European Tuning Project, 2000):
  - Capacidad de análisis y síntesis.
  - Capacidad de aprender.
  - Resolución de problemas.
  - Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.
  - Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.
  - Preocupación por la calidad.
  - Habilidad de gestión de la información.
  - Habilidad para trabajar de forma autónoma.

- Trabajo en equipo.
- Capacidad para organizar y planificar.

Para poder alcanzar estos objetivos es necesario emplear nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje. El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2006) indicó que la renovación debía:

1. Tender a la mejora del aprendizaje de los estudiantes.
2. Incrementar el nivel de satisfacción y motivación de profesores y alumnos.
3. Conllevar avances claros hacia un nuevo estilo de trabajo del profesorado, con más alternativas de actuación como sesiones de Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), seminarios, tutorías, talleres, casos prácticos, trabajos con Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), etc.
4. Combinar satisfactoriamente la formación básica de los estudiantes con una mayor aproximación al ejercicio profesional real para el que se les está preparando.
5. Aproximarse a los planteamientos didácticos del EEES (mayor protagonismo del estudiante en su aprendizaje, trabajo colaborativo y por competencias, adquisición de herramientas de aprendizaje, elaboración de materiales didácticos que faciliten el aprendizaje autónomo, evaluación continua, etc.).

Dentro de este nuevo paradigma que ha implicado la definición de nuevos objetivos y la aplicación de nuevas metodologías, el proyecto RS-EducA© que se presenta aquí pretende ser una nueva herramienta para el aprendizaje de la Teledetección en los diferentes Grados. Teniendo en cuenta algunos trabajos previos en esta línea (como por ejemplo: Wersinger y Ward, 1996; Wu et al., 1997; Sparwasser et al., 1999; Prior et al., 2000; Coutinhol y Pollardf, 2001; Baldina et al., 2002) desde el año 2003 la Universidad de Valladolid (Departamento de Tecnología Electrónica) y la Universidad de León (Departamento de Ciencias e Ingenierías Agrarias) han trabajado en distintos proyectos para el desarrollo de un programa educativo denominado RS-EducA©. El proyecto se basa en tres grandes componentes:

1. El programa informático RS-EducA© (Registro General de la Propiedad Intelectual con nº de asiento registral 00/2007/1401).

2. Un conjunto de materiales educativos elaborados para el entorno RS-EducA©.

3. Una plataforma educativa en internet (también en CD-ROM). Su acción se enmarca dentro del campo de la innovación en los recursos y estrategias de la enseñanza, mediante la innovación de la metodología docente, y la aplicación de las TICs al diseño e impartición de materias curriculares basándose en el empleo de plataformas e-learning (Murillo y Velázquez, 2008; Correa y Paredes, 2010; Stefanovic et al., 2010).

La Teledetección y sus técnicas son cada vez más utilizadas como fuente de información en el estudio y seguimiento de recursos a nivel mundial. Las imágenes de satélite se están empleando cada vez con más asiduidad para detectar, identificar, clasificar, evaluar y medir las diversas cubiertas del suelo y los cambios producidos en ellas. Entre los objetivos de la Comisión VI (Comisión de Educación) del Working Group of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) (2006) se destaca la necesidad de desarrollar, analizar y promocionar materiales formativos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de la Teledetección. Creemos que el gran esfuerzo internacional realizado en el desarrollo de nuevas plataformas satelitales y aplicaciones de alto nivel tecnológico no se ha visto acompañado con la suficiente energía en lo referente al esfuerzo formativo y educativo en lengua española.

El aprendizaje de la Teledetección requiere adquirir unos conocimientos teóricos claros y concisos. Esta teoría debe completarse con ejemplos y supuestos prácticos que la acerquen a la realidad y sepan transmitir al usuario ideas, metodologías y formas de actuar que sean lógicas y cercanas a la realidad, que lo doten de competencias. Como Fernández-Manso y Quintano (2005) expresaron en el informe técnico del proyecto, existen muy pocas experiencias internacionales que hayan asumido este reto y menos aún son las desarrolladas en nuestra lengua común, el español.

RS-EducA© es un proyecto docente que se desenvuelve en el marco pedagógico de la innovación educativa (Figura 1). Entendemos innovación como la selección, organización y utilización creativa de recursos y materiales docentes de maneras nuevas y propias que den como resultado la conquista de un nivel más alto con respecto a las metas y objetivos educativos diseñados. Los materiales didácticos han sido diseñados teniendo en consideración los cursos estándar que se imparten en las universidades europeas y latinoamericanas, lo que permitirá al alumno seguir fácilmente los mismos.

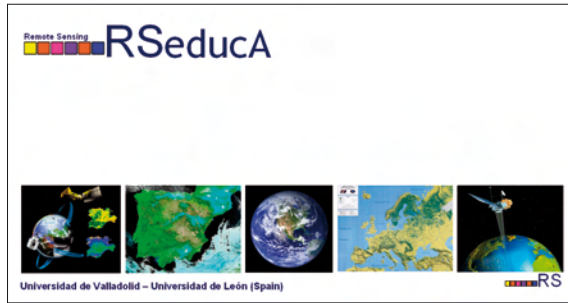


Figura 1. Imagen del proyecto y la marca RS-EducA©

En contraste con otros materiales educativos, RS-EducA© presenta un enfoque multidisciplinar y actualizado de las ciencias de la geoinformación a partir de la experiencia real del equipo redactor formado por docentes, investigadores y profesionales de la Teledetección. La participación de dos universidades españolas y la colaboración con otras universidades y centros de investigación internacionales garantiza tanto la calidad de los contenidos como el amplio especto de posibles interesados (Quintano et al., 2009).

En resumen, el proyecto que presentamos es altamente innovador tanto en los aspectos metodológicos como en los instrumentales y operativos. Este grado de innovación ha sido reconocido tanto por instituciones nacionales (Asociación Española de Teledetección) como internacionales (Universidad de California-USA o INPE-Brasil).

## OBJETIVOS

RS-EducA© pretende de forma interdisciplinar fomentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Teledetección mediante una múltiple acción educativa, sus objetivos generales son:

1. Enseñar las bases teóricas de esta disciplina científica.
2. Fomentar el aprendizaje práctico mediante el apoyo de un software (RS-EducA©) diseñado especialmente para estas tareas educativas utilizando como referencia el AOP en un marco del e-learning (e-AOP)
3. Aportar ejemplos reales y actuales basados en trabajos desarrollados por miembros de prestigiosos grupos de investigación mundial.
4. Ser un centro de referencia para todos aquellos profesores y estudiantes que se aproximen al mundo de la Teledetección.

Entre los objetivos específicos se podría mencionar ser un espacio de aprendizaje para la Teledetección, en el que los estudiantes:

1. Adquieran tanto conocimiento como competencias.
2. Asuman un papel activo y protagonista en su aprendizaje.
3. Trabajen con sistemas de aprendizaje on-line y con herramientas digitales (TICs).

El alumno mejora la retención de la información, puesto que al utilizar situaciones de la realidad recuerda con mayor facilidad la información, ya que ésta es más significativa. Se retiene sólo un 10% de lo que se lee, o un 20 % de lo que se escucha pero hasta un 90% de lo que se hace y dice (Lang y McBeath, 2000). De esta forma, se desarrollan habilidades para toda la vida, puesto que al estimular habilidades de estudio autodirigido, los estudiantes mejorarán su capacidad para estudiar e investigar de forma autónoma y afrontar cualquier obstáculo, tanto teórico como práctico (Álvarez et al., 2007).

El proyecto puede seguirse de forma individualizada por el alumno (autoaprendizaje) o servir de materiales para la elaboración de un curso de referencia curricular (apoyo a la enseñanza).

## **La Teledetección**

### **La Teledetección en la formación universitaria**

El empleo de la Teledetección y de sus técnicas es cada vez más utilizado como fuente de información en el estudio y seguimiento del planeta. Las imágenes de satélite se están empleando cada vez con más asiduidad para detectar, identificar, clasificar, evaluar y medir las diversas cubiertas del suelo y los cambios producidos en ellas. La importancia de esta materia en la formación universitaria es evidente, por lo que se está incluyendo en los planes de estudio de Facultades (Biologías, Geografía, Ciencias Ambientales, Física, etc...) y Escuelas de Ingeniería (Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Agronómica, Ingeniería de Caminos, Ingeniería de Montes, etc.) de Universidades españolas y latinoamericanas. La amplia utilización de esta ciencia no ha sido acompañada de experiencias de innovación que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje. Existen muy pocos proyectos educativos a nivel internacional, entre ellos los de la NASA y la Agencia Espacial Europea (Ruescas et al., 2009), que sirvan para la enseñanza universitaria, tanto a nivel de grado como de master.

## Importancia de la Teledetección

La Teledetección, en su definición más amplia, comprende la adquisición y medida de datos o información de algunas propiedades de un fenómeno, objeto o material, mediante un dispositivo de registro que no está en contacto físico con el elemento de interés (Nicholas, 1999). Esta técnica involucra el conocimiento de objetos a través de la medición de campos de fuerza, radiación electromagnética o energía acústica empleando cámaras, escáneres, láser, receptores de frecuencia de radio, sonares, dispositivos térmicos, sismógrafos, magnetómetros, gravímetros y otros instrumentos (Mather, 2004).

Hecha esta definición genérica conviene precisar que el término Teledetección (*Remote Sensing*), se asocia más específicamente con el proceso de medir mediante un sensor remoto la interacción entre los materiales de la superficie terrestre y la energía electromagnética (Figura 2). Las definiciones más específicas, de todas formas, tienden a ser incompletas; pues no siempre son materiales de la superficie terrestre los que son analizados (aplicaciones para el estudio y conservación de obras de arte), la energía no es siempre electromagnética (sonar), y no siempre se mide la interacción entre una fuente de energía y un material, pueden medirse emisiones naturales de energía (infrarrojo térmico).

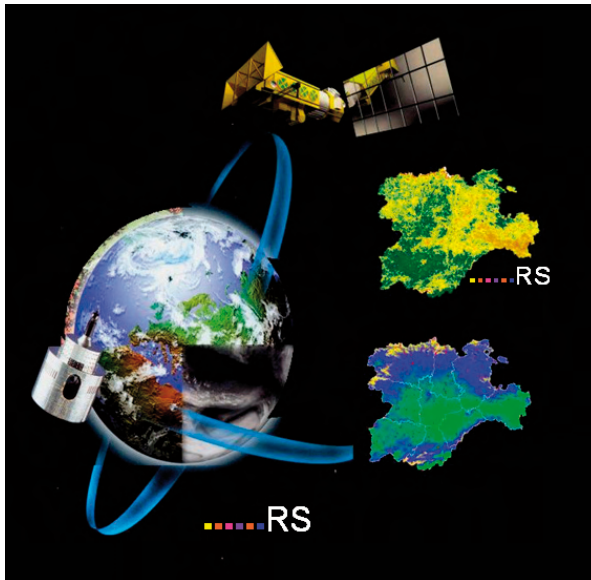


Figura 2. Representación de un sistema de Teledetección en Castilla y León

Las imágenes obtenidas desde satélites ofrecen una perspectiva única de la superficie terrestre. El valor de estas imágenes es evidente: ofrecen una visión general de objetos y detalles de la superficie terrestre y facilitan la comprensión del funcionamiento de los sistemas naturales o influidos por el hombre, y todo ello “a distancia”, sin necesidad de acudir al terreno. Además aportan información adicional que pasa desapercibida a nuestros sentidos (Castaño y Quintanilla, 1999).

Si bien existen otras fuentes de datos geográficos (fotografías aéreas, cartografía en papel o estudios sobre el terreno), frente a la fotografía aérea presentan algunas ventajas: son digitales, ofrecen rapidez en la adquisición, cobertura global, actualización periódica y gran flexibilidad en cuanto a su utilidad. Por tanto, la Teledetección mediante imágenes de satélite es un arte y una ciencia que comprende detección, identificación, clasificación y análisis de objetos y fenómenos sobre la superficie terrestre mediante sensores remotos.

El principal reto con que se enfrentan quienes trabajan en el campo de la Teledetección consiste en la transformación de los datos registrados por el sensor en magnitudes físicas y, en consecuencia, en información útil al usuario. En el ámbito de la Teledetección confluyen especialistas procedentes de diversos campos: los que estudian los principios de la radiación, su interacción con la superficie terrestre y el desarrollo de modelos de corrección de las distintas perturbaciones a la señal registrada (físicos), quienes se dedican al diseño instrumental de sensores y plataformas (ingenieros), los encargados del tratamiento numérico de los datos (matemáticos, estadísticos) o del desarrollo e implementación de software (informáticos) y los que interpretan la información (por ejemplo, forestales y agrónomos). El desarrollo de programas informáticos ha permitido que se hayan simplificado los tratamientos de datos de forma que los productos derivados de la Teledetección puedan ser accesibles a un usuario no necesariamente experto en Teledetección pero que necesita información actualizada sobre el territorio; esto es, se trabaja por acercar la información al responsable de la gestión medioambiental.

La Teledetección se ha convertido en una importante fuente de información que en el momento actual ha revolucionado el campo de la adquisición de datos. El desarrollo de metodologías que permitan la aplicación operativa de la Teledetección pasa por el trabajo científico y la convergencia de esfuerzos de expertos en disciplinas diversas. A partir de una imagen de satélite se pueden generar cuatro tipos de productos de gran importancia para el ingeniero:



1. Cartografía temática. Asignación de cada elemento de la imagen a una categoría homogénea. Clasificación. Ej. Mapas de usos de suelo.
2. Representación espacial de una variable continua: primaria, si se relaciona directamente con la señal registrada en la imagen (reflectividad), secundaria, si se deriva de las anteriores (volumen de rodal). Modelización-transformación.
3. Representación espacial de cambios. Inventario de procesos ambientales: crecimiento urbano, deforestación... análisis multitemporal.
4. Información de entrada para Sistemas de Información Geográfica, SIG. Representación espacial del territorio (Chuvieco y Huete, 2010).

## **BASES EDUCATIVAS**

### **Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP)**

La metodología de enseñanza sobre la que se sustenta el proyecto es el AOP, que es fundamental en el análisis de un problema real y que involucra distintas áreas (Fernández-Manso y Quintano, 2011; Fernández-Manso y Quintano, 2012).

AOP también se denomina Aprendizaje basado en Proyectos o Aprendizaje por proyectos. Es una metodología de aprendizaje en la que se pide a los alumnos que, en pequeños grupos, planifiquen, creen y evalúen un proyecto que responda a las necesidades planteadas en una determinada situación.

Este aprendizaje requiere el manejo por parte de los estudiantes de diversas fuentes de información y disciplinas que son necesarias para resolver problemas o contestar preguntas que sean realmente relevantes. Esta técnica de aprendizaje tiene su base en el constructivismo (Piaget, Vigotsky, etc.), que sostiene que las personas construimos el aprendizaje a partir de los conocimientos y las experiencias de los que ya disponemos y, en muchas ocasiones, a través de la participación activa y de la interacción con los demás (SIE, 2008).

Morales (2007) afirma que una enseñanza centrada en el aprendizaje supone para el alumno un papel más activo, un mayor compromiso y responsabilidad por su propio aprendizaje y un enfoque profundo en su estilo de aprendizaje. El autor continúa defendiendo que estos cambios no

vendrán por sí solos, sino que los docentes “con nuestras demandas y exigencias, con la tónica de nuestras clases y las oportunidades de aprendizaje que presentemos” a los alumnos, estaremos influyendo en la forma en que trabajarán, se comprometerán y aprenderán los estudiantes. Es posible que en un grupo de estudiantes haya personas desmotivadas hacia la materia, sin ganas de aprender, de esforzarse, etc. Con métodos activos como el AOP, resultará más viable que estos alumnos encuentren motivación, ilusión por aprender y por hacerlo adecuadamente.

Según indica De Miguel (2005), el AOP, como técnica didáctica, desarrolla las siguientes capacidades: análisis, síntesis, investigación, transferencia de conocimientos y procedimientos a otros contextos, pensamiento crítico, responsabilidad individual y grupal, manejo de diversas fuentes de información, expresión oral y escrita, trabajo en equipo, planificación, organización y toma de decisiones (Figura 3).



Figura 3. Alumnos trabajado en un proyecto de RS-EducA©

Con este método los alumnos tienen que trabajar en equipo desde el principio y desarrollar un proyecto que solucione la situación presentada planificando la actuación, distribuyendo tareas, investigando, analizando los contextos involucrados, desarrollando el plan establecido, evaluando las posibles consecuencias, previendo los éxitos, etc. El AOP exige en todo momento que el alumno esté activo, interactuando con sus compañeros, contrastando opiniones, ideas, teorías, aplicaciones para llegar a consensos fundamentados y justificados, etc. La reflexión sobre el conoci-

miento con el fin de generar nuevo conocimiento es un eje central de esta metodología.

¿Qué diferencias existen entre el AOP, el ABP (aprendizaje basado en problemas) y el MdC (método del caso)? Estas tres metodologías pueden parecer similares. Lo son porque en las tres se parte de un problema, situación o caso (más o menos complejo). Los procesos que siguen y las capacidades que desarrollan o potencian no son iguales. Incluso los productos que los alumnos entregan son distintos. En la Tabla 1 se presentan más detalladamente estas diferencias (SIE, 2008).

**Tabla 1. Comparación entre tres metodologías docentes**

<b>Aspectos a comparar</b>	<b>AOP (APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS)</b>	<b>MdC (MÉTODO DEL CASO)</b>	<b>ABP (APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS)</b>
Situación descrita	Real. Es aconsejable que implique varias disciplinas	Real	Real o ficticia
Producto	Un proyecto con todas sus fases. Cada grupo expondrá su proyecto ante la clase.	Tras todo el proceso el alumno o el pequeño grupo (según valore el docente) realiza un informe de todo el proceso seguido y, con la solución a la que han llegado.	Cada pequeño grupo entrega al docente la solución del problema. (Es deseable que cada grupo presente al resto de la clase su solución).
Papel del profesor	Supervisar y revisar el plan de trabajo de cada equipo. Reunirse con los equipos en espacios de tutoría. Utilizar las clases presenciales para satisfacer necesidades de los grupos.	Evaluar Guía del conocimiento previo y del conocimiento generado a través del debate y la discusión. Evaluar.	Tutor de búsqueda de la información y orientador en el proceso de solución. Evaluar.
Información	Se presenta la situación y, los alumnos tienen que recurrir y ampliar la información para poder elaborar el proyecto.	Se presenta, en la mayoría de los casos, toda la información necesaria.	Generalmente los alumnos tienen que ampliar la información preguntando al docente para que se la facilite.

Fuente: Adaptado (SIE, 2008)

El AOP sigue las siguientes fases: planteamiento de la investigación, planificación del trabajo, recolección y análisis de datos, reporte del proyecto y evaluación.

El proyecto plantea una oportunidad para que los estudiantes realicen investigaciones que les permitan aprender nuevos conceptos, aplicar la información y representar su conocimiento de diversas formas. Pero sobre todo permite la colaboración entre alumnos, profesores y otras personas involucradas con el fin de que el conocimiento sea compartido y distribuido entre los miembros de la “comunidad de aprendizaje”.

En la Figura 4 se puede comprobar la relación entre un proyecto real (profesional) de Teledetección y su relación con el proyecto educativo diseñado. En este grafico se puede observar como el conjunto de las 9 prácticas planteadas siguen la secuencialidad de un proyecto real.

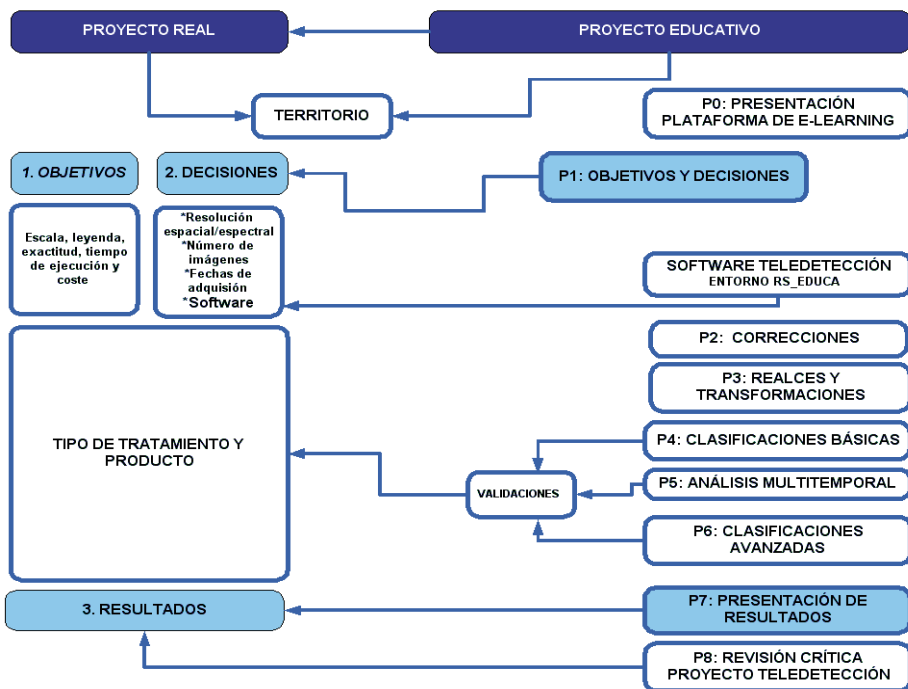


Figura 4. Relaciones entre un proyecto real y el AOP de RS-EducA©

## El territorio de aprendizaje: El Bierzo - León

La comarca de El Bierzo es una de las comarcas más complejas y evocadoras de la Unión Europea. Su caprichosa forma circular, delimitada por

las montañas periféricas, es su definición más singular. El papel protector de este relieve, la baja altitud media así como las características termopluviométricas, crean unas condiciones ecológicas singulares, manifestadas en una rica y variada vegetación.

La estratégica situación de la comarca entre dos regiones florísticas (Mediterránea y Eurosiberiana) da a este territorio una importante relevancia geobotánica y biogeográfica. Así, dentro de un mismo valle podemos encontrar sotos de castaños y rebollares, junto con especies típicamente mediterráneas como encinares y alcornoques.

La importancia biográfica se expresa también con la existencia de importantes endemismos y en su flora relictiva. Se asocia a esta riqueza vegetal una variada e interesante fauna (Fernández-Manso et al., 2004).

La sede de los estudios de Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Escuela Superior y Técnica de Ingenierías Agrarias se encuentra en el centro de este completo campo-monte de prácticas. Esta característica diferencia la ESTIA- Ponferrada claramente de otras escuelas españolas situadas en localizaciones claramente urbanas.

La Figura 5 representa el territorio de prácticas (zona central de la Comarca de El Bierzo). La población que aparece en el centro (debajo de la curva de la autopista A-6) es Bembibre, el segundo núcleo poblacional más importante (10.000 habitantes) después de Ponferrada (capital de El Bierzo).

La zona puede incluirse dentro del denominado Macizo Astur-leonés, sector occidental de la Cordillera Cantábrica cuyos valles discurren en la dirección norte-sur. El curso de agua de mayor entidad en la zona estudiada es el río Boeza, principal afluente del Sil y uno de los ejes hidrológicos de la comarca.

Atendiendo a aspectos geológicos-económicos, se debe prestar especial atención al carbón –modelador económico y social– y a la pizarra, existiendo numerosas minas de ambos recursos aún en funcionamiento en la actualidad.

Respecto a los usos del suelo, cabe destacar: usos agrícolas (hortofruticultura, viñedos), forestales (castaño, rebollo, encina, pino pinaster y radiata, chopo) y matorral.

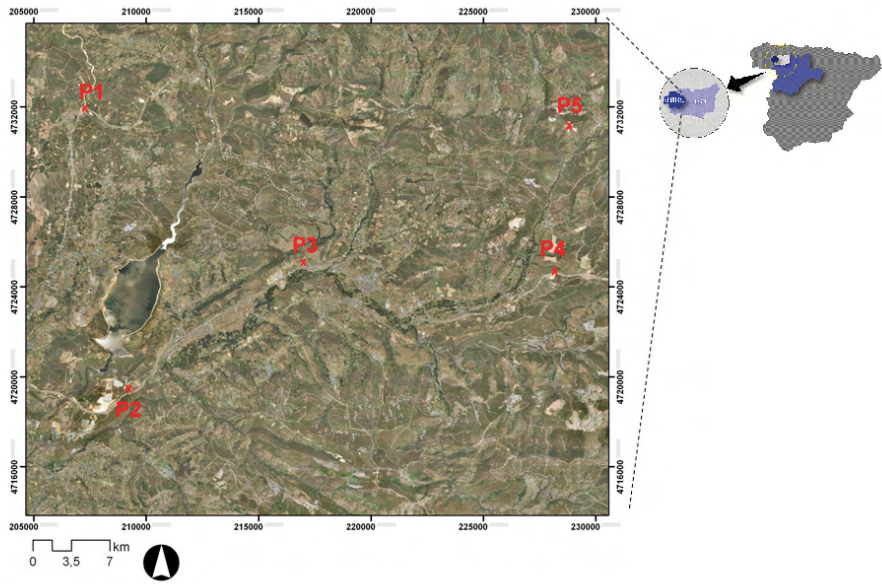


Figura 5a. Territorio de prácticas, la comarca de El Bierzo

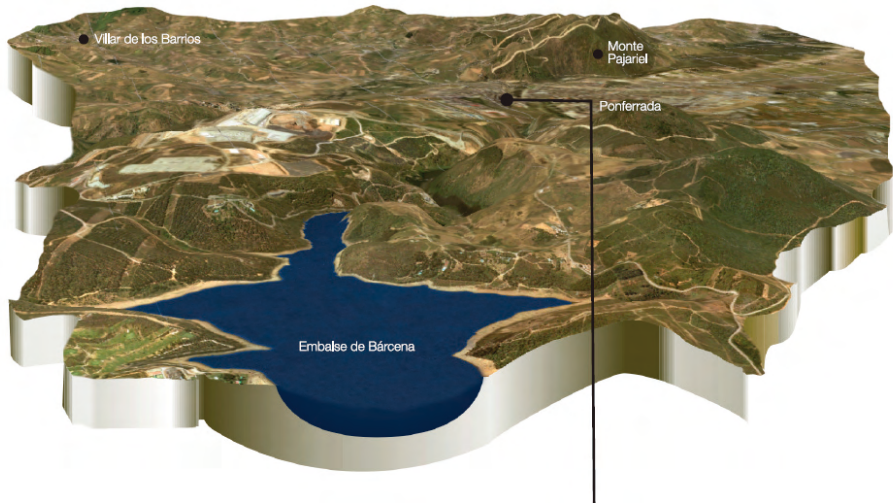


Figura 5b. Territorio de prácticas, modelo 3D

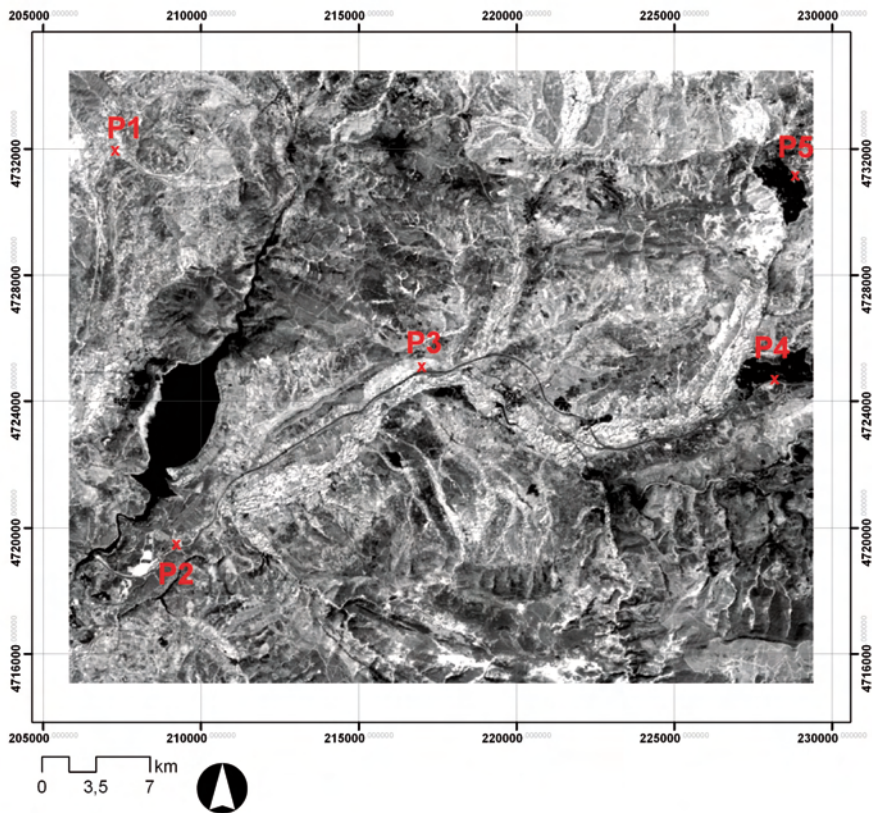


Figura 5c. Territorio de prácticas, imagen ETM+ banda 4

La Figura 6 muestra dos fotografías de algunas cubiertas fácilmente identificables a simple vista en la ortofotografía, como la cubierta forestal y las zonas ocupadas por la minería del carbón.



Figura 6. Cubierta forestal y zonas mineras

## LA PLATAFORMA EDUCATIVA RS-EducA©

RS-EducA© contiene una explicación clara y concisa de los aspectos teóricos y sus aplicaciones, lo que facilita al alumno la comprensión de los mismos. Ya que el modelo didáctico utilizado para elaborar se apoya no sólo en los conocimientos enciclopédicos sino también en el desarrollo de capacidades relacionadas, el alumno no aprenderá únicamente contenidos sino que desarrollará capacidades. RS-EducA© ha sido realizado pensando también en aquellos alumnos que optan por la autoformación, ya que permite de forma cómoda y fácil el autoaprendizaje.



RS-EducA© se apoya en las nuevas tecnologías multimedia. Las principales características diferenciales con otros proyectos educativos y sus principales novedades son las siguientes:

### **RS-EducA© software: un nuevo programa educacional**

Uno de los principales logros del proyecto es haber desarrollado un software para procesamiento de imágenes de satélite intuitivo y de fácil empleo, siguiendo ejemplos integrados en una secuencialidad semejante a la que se aplica en las metodologías de un proyecto real de Teledetección. La facilidad de manejo ha sido la gran meta; este término se refiere a la transparencia del programa ante el usuario novicio. Esto implica recoger una serie de rasgos que simplifiquen su utilización, de tal forma que el alumno pueda volcar más atención en los conceptos que en el manejo de los comandos. La capacitación práctica que adquiere el alumno en el manejo informático responde a las demandas actuales del sector empresarial, lo que facilitará su incorporación al mundo laboral o permitirá su actualización.

La encuesta de docencia en Teledetección realizada por la Asociación Española de Teledetección a todos los docente españoles en la que se evaluán los diferentes softwares utilizados en la enseñanza de la Teledetección destacan la casi ausencia de programas educativos y de libre acceso. La mayor parte de los cursos impartidos se realizan con programas comerciales de difícil manejo y en general bajo licencia como ERDAS, PCI, IDRISI o ENVI. Muy pocas universidades utilizan freeware como LEOWorks, MicroMSI, Multispec...

A nivel internacional los programas educacionales como MicroMSI (Geospatial Sciences Lab-US Military Academy) de Scott (2004) o LEOWorks de la European Space Agency (ESA) se han diseñado con fines educativos pero el entorno de trabajo de RS-EducA© aporta mejores soluciones. En la Tabla 2 se representa la comparación de diferentes software de Teledetección atendiendo a la componente informática y educativa:

1. Principales funciones de procesamiento digital incluidas.
2. Facilidad de manejo o rápida rampa de aprendizaje.
3. Ordenadores de gran potencia de cálculo).
4. Idioma castellano.
5. Materiales educativos específicos.

6. Innovación educativa.

7. Plataforma de apoyo a la docencia. Como se puede comprobar RS-EducA© es la mejor opción de la comparativa sobre todo en la enseñanza de la Teledetección en castellano.

**Tabla 2. Comparación de diferentes softwares de Teledetección**

Software educativos	Recursos Informáticos			Recursos educativos			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<b>MicroMsi</b>	No	No	No	No	No	No	Si
<b>MIPS</b>	No	No	No	No	No	No	No
<b>LEOWorks</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si
<b>Grass</b>	Si	No	No	No	No	No	No
<b>GV-SIG</b>	Si	No	No	Si	No	No	No
<b>RS-EducA©</b>	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Leyenda: (1) Principales funciones de procesamiento digital incluidas; (2) Facilidad de manejo o rápida rampa de aprendizaje ; (3) Ordenadores de gran potencia de cálculo; (4) Idioma castellano; (5) Materiales educativos específicos; (6) Innovación educativa (Aprendizaje orientado a proyectos,...); (7) Plataforma de apoyo a la docencia

RS-EducA© software ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación C++ y el entorno de programación Microsoft Visual C++ 6.0. Los requerimientos mínimos del sistema en el que se desee instalar RSeducA© software son: Microsoft® Windows® XP, NT 4.0 o 2000; Procesador a 1,4 GHz o superior; 256MB de memoria RAM; 2.5 MB de espacio disponible en disco; Tarjeta de vídeo de 32 MB.

La Figura 7 muestra la vista general del entorno de trabajo. El menú del sistema se ubica en la parte superior de la aplicación. Al pulsar sobre una opción del menú que no incluya la flecha, se ejecutará el módulo de la aplicación asociado a ese elemento del menú.

En la Figura 8 se recoge la estructura de menús y submenús, que sigue una secuencialidad lógica e intuitiva.

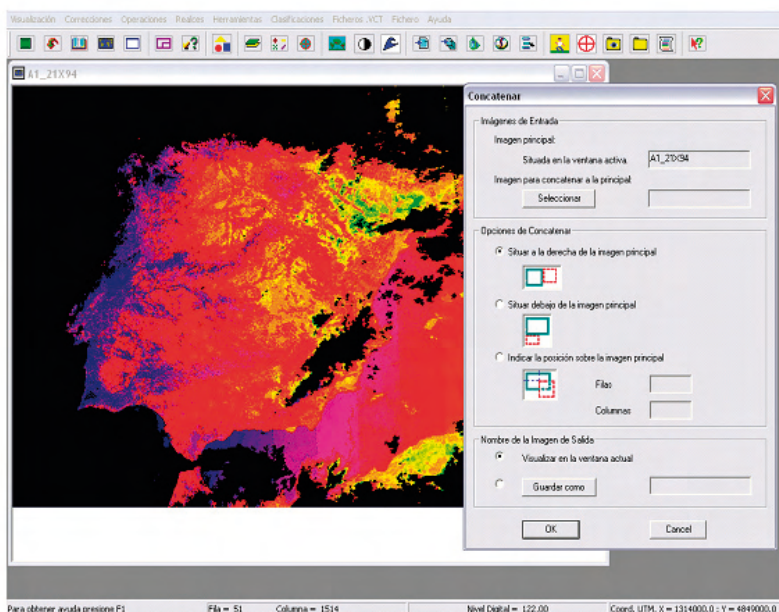


Figura 7. Vista general del entorno de trabajo

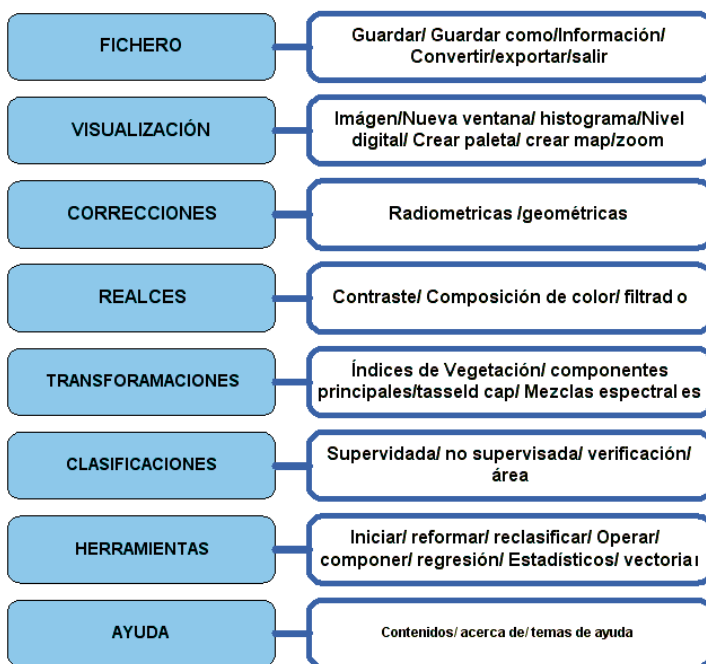


Figura 8. Estructura de menús y submenús

En la Figura 9 se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento general de las operaciones que permite realizar el programa.

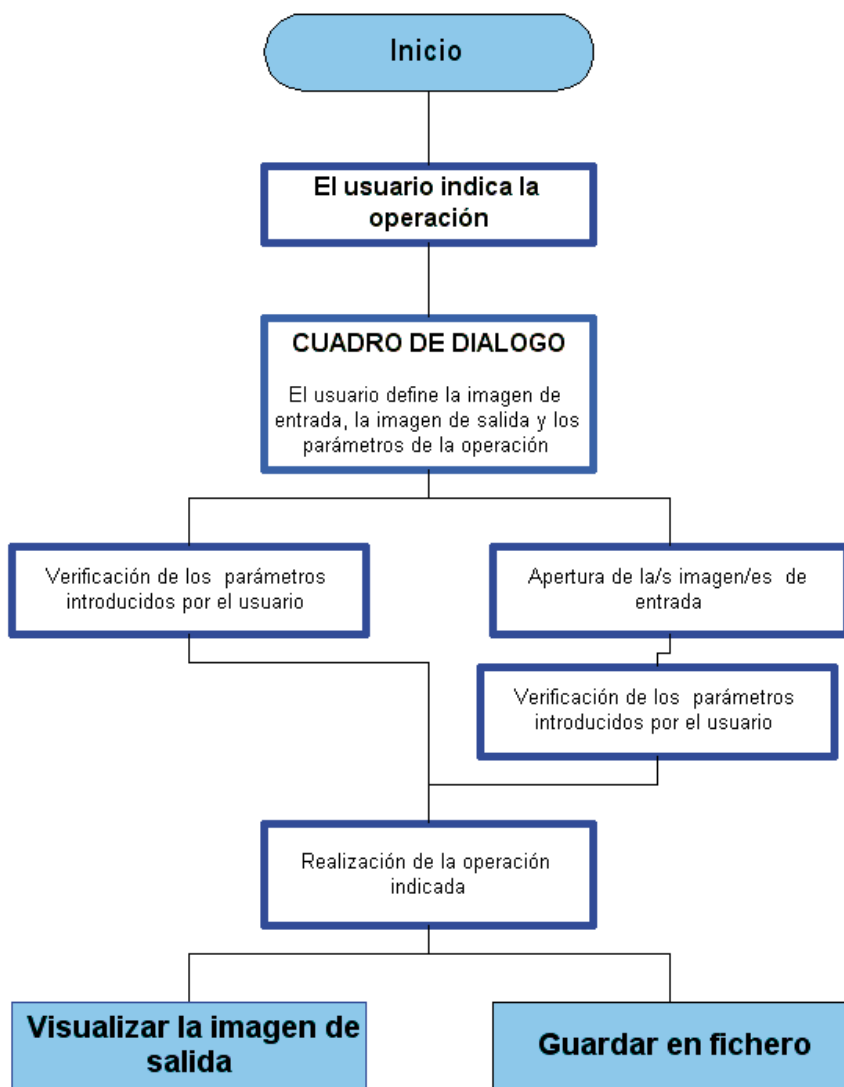


Figura 9. Diagrama de flujo del programa.

### **Aula RS-EducA©: nuevos materiales formativos**

Los materiales formativos se organizan entorno a tres verbos de acción: 'Aprender', 'Practicar' y 'Aplicar' la Teledetección. Fueron desa-

rollados por Quintano et al. (2004). De esta forma, la componente aula se articula en tres grandes apartados precedidos de una introducción: Teoría de la Teledetección, Práctica de la Teledetección y Aplicaciones de la Teledetección.

### ***Aprender la Teledetección***

El primer bloque, ‘Aprender la Teledetección’ desarrolla los contenidos teóricos de esta ciencia; esta información es apoyada por presentaciones gráficas para el profesor. El apartado se ha estructurado en diez capítulos.

Los tres primeros sientan las bases y realizan una presentación de lo que se conoce como “Teledetección”. Así, en el primer capítulo “Introducción a la Teledetección”, se realiza una presentación de los conceptos básicos asociados a la Teledetección, haciendo especial hincapié en las aplicaciones. En el segundo “Radiación Electromagnética”, se introducen los fundamentos físicos del proceso de Teledetección. Y el tercero “Plataformas y Sensores de Teledetección”, describe las plataformas y los sensores más importantes empleados en la Teledetección en la ingeniería.

Los cinco capítulos siguientes se han dedicado al análisis digital de las imágenes de satélite (captadas por los sensores mencionados en el capítulo tercero de la forma indicada en el capítulo segundo). El objetivo del análisis digital de imágenes de satélite es la extracción de información de la imagen que no es aparente en su forma original. Las etapas para llevar a cabo este análisis varían de una imagen a otra debido principalmente a los diferentes formatos y condiciones iniciales de cada imagen, y a la información de interés que desea extraerse, pero pueden resumirse en las siguientes, si bien es necesario remarcar que no obligatoriamente todas las imágenes han de atravesar estas etapas secuencialmente: preprocesado de la imagen (correcciones), realce de la imagen, transformación de la imagen, clasificación de la imagen (ver Figura 10), análisis multitemporal, verificación de resultados y generación de la documentación final.



El capítulo nueve realiza una presentación de los “Sistemas de Información Geográfica” y su relación con la Teledetección, y para finalizar, el último capítulo introduce conceptos más avanzados, como el empleo de radar y lidar, presentando las técnicas específicas para trabajar con este tipo de imágenes.

### ***Practicar la Teledetección***

En el segundo gran bloque, ‘Practicar la Teledetección’, se han incluido las diferentes prácticas propuestas (ver Figura 11): en concreto se realizan 9 prácticas autoguiadas siguiendo la lógica de un proyecto completo de Teledetección. Básicamente, cada una de ellas está dedicada a las diferentes etapas seguidas en el proceso de análisis digital de una imagen de satélite y presentadas en los ocho primeros capítulos del apartado anterior.

En la Tabla 3 se refleja la taxonomía de Bloom (Bloom, 1956) de los objetivos específicos de las 9 prácticas diseñadas (una clasificación jerárquica del nivel de complejidad de los objetivos específicos).

La formulación clara de objetivos específicos en cada una de las prácticas permite: comunicar al estudiante y a los docentes la finalidad de las prácticas de forma más clara que la simple enumeración de los contenidos; describir las acciones que los estudiantes serán capaces de hacer al finalizar el curso; establecer una relación directa entre los objetivos y la evaluación del aprendizaje; y elegir los métodos e instrumentos de enseñanza más adecuados para que se alcancen los objetivos propuestos.

**Tabla 3. Taxonomía de Bloom de los Objetivos  
Específicos en RS-EducA©@**

NIVEL	TIPO DE COMPORTAMIENTO	EL ALUMNO SERÁ CAPAZ DE.. (Prácticas RS-EducA©)
<b>6. Evaluación</b> (Evaluar, Juzgar, Defender, Criticar, Justificar, Argumentar)	Realizar juicios críticos fundamentados en criterios internos o externos.	<b>P4, P5, P6:</b> Evaluar los resultados de las distintas técnicas de validación de los resultados (matrices de confusión, índice kappa, etc).  <b>P8:</b> Juzgar y criticar un proyecto de Teledetección presentado en un artículo científico.
<b>5. Síntesis</b> (Concebir, Escribir, Exponer, Definir, Discutir, Planificar)	Desarrollar un trabajo personal después de haber concebido un plan de acción.	<b>P7:</b> Concebir y planificar un proyecto de Teledetección en función del conjunto de aprendizajes realizados en el proyecto de finalizado.
<b>4. Análisis</b> (Analizar, Organizar, Deducir, Elegir, Distinguir, Comparar)	Identificar los elementos, las relaciones y los principios de organización de una situación.	<b>P1:</b> Organizar las distintas etapas y tareas de un proyecto de Teledetección  <b>P1:</b> Elegir la escala, leyenda, exactitud, tiempo de ejecución y coste para una determinada aplicación.  <b>P2:</b> Deducir la resolución espacial/espectral, el número de imágenes y la fechas de adquisición para un proyecto de Teledetección concreto.  <b>P3:</b> Deducir la transformaciones más adecuadas para extraer información de una imagen de satélite.
<b>3. Aplicación</b> Resolver (Utilizar, Manipular, Aplicar, Calcular, Formular)	Recordar conocimientos o principios necesarios para la resolución de un problema.	<b>P1:</b> Utilizar de visualizar las imágenes obtenidas por diferentes sensores y obtención de las estadísticas básicas de una imagen.  <b>P2:</b> Aplicar correcciones radiométricas a una imagen de satélite.  <b>P2:</b> Aplicar las principales técnicas de corrección geométricamente una imagen de satélite con RS-EducA©.  <b>P3:</b> Utilizar las diferentes técnicas para realzar una imagen de satélite, ajustando el contraste, realizando composiciones de color y aplicando diferentes tipos de filtrado.  <b>P4:</b> Aplicar las diferentes técnicas para clasificar una imagen de satélite



		<p><b>P5:</b> Aplicar las diferentes técnicas de análisis multitemporal de imágenes de satélite.</p> <p><b>P5:</b> Aplicar las principales técnicas de análisis multiestacionales y definir la evolución de las diferentes cubiertas en el tiempo.</p> <p><b>P6:</b> Calcular las firmas espectrales de los componentes básicos que caracterizan una imagen de satélite.</p> <p><b>P6:</b> Calcular la descomposición espectral de una imagen de satélite en sus componentes básicos.</p> <p><b>P7:</b> Utilizar las opciones para la presentación de imágenes digitales y creación de mapas de RS-EducA©.</p>
<p><b>2. Comprensión</b> (Explicar, Interpretar, Prever, Describir, Comparar, Diferenciar)</p>	<p>Interpretar y extrapolar a partir de ciertos conocimientos.</p>	<p><b>P1:</b> Interpretar las principales características del territorio de estudio (Altobierzo-León).</p> <p><b>P5:</b> Comparar las diferentes técnicas de análisis multitemporal de imágenes de satélite.</p>
<p><b>1. Adquisición de conocimientos</b> (Enumerar, Nombrar, Identificar, Definir, Reconocer, Recordar)</p>	<p>Recordar palabras, hechos, definiciones, convenciones, principios, teorías.</p>	<p><b>P0:</b> Conocer las utilidades de la plataforma de e-learning RS-EducA©.</p> <p><b>P1:</b> Conocer las utilidades del entorno de procesamiento de imágenes RS-EducA© software.</p> <p><b>P2:</b> Conocer las principales técnicas para corregir una imagen radiométrica y geoméricamente.</p> <p><b>P4:</b> Conocer las diferentes técnicas para clasificar una imagen de satélite.</p> <p><b>P3:</b> Conocer las técnicas de procesamiento digital de una imagen de satélite.</p> <p><b>P4:</b> Identificar las firmas espectrales de los diferentes tipos de cubiertas existentes en una imagen de satélite.</p> <p><b>P5:</b> Conocer las diferentes técnicas de análisis multitemporal de imágenes de satélite.</p> <p><b>P6:</b> Conocer la técnica de Mezclas Espectrales para realizar una clasificación blanda de imágenes de satélite.</p>

**Leyenda de prácticas:** P0: PRESENTACIÓN PLATAFORMA DE E-LEARNING; P1: OBJETIVOS Y DECISIONES; P2: CORRECCIONES; P3: REALCES Y TRANSFORMACIONES; P4: CLASIFICACIONES BÁSICAS; P5: ANÁLISIS MULTITEMPORAL; P6: CLASIFICACIONES AVANZADAS; P7: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS; P8: REVISIÓN CRÍTICA PROYECTO Teledetección

Asimismo se incluye el manual de usuario del software que se emplea para su ejecución, RS-EducA©.



Figura 11. Alumno en práctica de RS-EducA©

### ***Aplicar la Teledetección***

En el último gran bloque, ‘Aplicaciones de la Teledetección’, se engloba un conjunto de trabajos realizados por distintos investigadores del equipo de trabajo. Este apartado permite que el alumno tenga una idea clara de las aplicaciones de la Teledetección en distintas disciplinas científicas en el siglo XXI. Así, existen trabajos relacionados con la experiencia de los autores: por ejemplo, en incendios forestales (Quintano et al., 2006).

### **Recursos RS-EducA©: una nueva plataforma formativa**

RS-EducA© ha sido realizado también pensando en aquellos alumnos que optan por la autoformación, ya que permite de forma cómoda y fá-

cil el autoaprendizaje. Sin embargo, el proyecto puede servir también de material para la elaboración de un curso de referencia curricular (apoyo a la enseñanza). En estos últimos años los estudiantes utilizan como herramientas para el estudio el ordenador e internet. En este sentido se trata de un proyecto docente innovador debido a la utilización creativa de recursos y de materiales docentes.

El objetivo principal se desglosa en dos secundarios: por un lado, la creación de un CD-ROM interactivo que permite la consulta del temario, prácticas, así como la descarga del software requerido para realizar dichas prácticas; y por otro, una aplicación Web (<http://RS-EducA©.blogspot.com>) que permite el acceso a través de cualquier ordenador con conexión a internet y además permite una actualización continua de la información. Con ellas se pretende tener fácil acceso a todo el material necesario para cursar la asignatura.

Ambas aplicaciones, CD interactivo y página Web cumplen los siguientes requisitos:

1. Versatilidad: El usuario puede acceder a los contenidos de la aplicación de la forma que le sea más conveniente.
2. Accesibilidad: la información contenida en la aplicación es accesible para el alumno en cualquier momento y situación.
3. Interfaz cómodo: el diseño de las páginas así como del CD con todos sus componentes es de sencillo manejo, ya que fue realizado analizando previa y detenidamente las características del grupo de usuarios al que estaba destinado.

La plataforma (Quintano et al., 2007) es una puerta abierta a todos los recursos de la red, que sirve para organizar y relacionar toda la información que existe sobre el tema.

Dicha plataforma es el soporte de todos los materiales didácticos mencionados, permitiendo acceder a la información complementaria como imágenes, aplicaciones y soluciones, así como del software RS-EducA© necesario para que el alumno efectúe las prácticas propuestas. Esta plataforma ha sido realizada pensando no sólo en ser un complemento para los alumnos presenciales en el aula sino también teniendo en cuenta a aquellos alumnos que optan por la autoformación, ya que permite de forma cómoda y fácil el autoaprendizaje.

Así, la plataforma funciona asimismo como un centro de información en aspectos relativos a la Teledetección a nivel internacional, ya que tam-

bién integra un exhaustivo conjunto de recursos de apoyo a la formación y la búsqueda de empleo.

El conjunto de la plataforma formativa RS-EducA© se presenta en un doble formato CD-ROM y Web, permitiendo este último formato una actualización continua de la información. En la Figura 12 se puede observar el formato de la interfaz CD-ROM.

En el momento de comenzar a realizar este proyecto se decidió utilizar el programa Macromedia Flash debido a que sus posibilidades en la creación de aplicaciones multimedia son muy amplias. Flash ha conseguido hacer posible lo que más se echa en falta en internet: dinamismo, y con dinamismo no sólo nos referimos a las animaciones, sino que Flash permite crear aplicaciones interactivas que permiten al usuario ver la web como algo atractivo, no estático (en contraposición a la mayoría de las páginas, que están realizadas empleando el lenguaje HTML). Esta plataforma ha sido diseñada tratando que sea lo más intuitiva y homogénea posible, de forma que el usuario pueda acceder fácilmente a todos los contenidos.



Figura 12. Interfaz de la plataforma educativa (CD-ROM)

La estructura principal del menú consta de cuatro opciones principales que se van desglosando en subopciones. A continuación, en la Figura 13 se puede ver la estructura completa del menú con todas las subopciones que lo componen. La estructura del interfaz y la del menú son similares para las dos aplicaciones (CD-ROM y Web).

La aplicación plataforma RS-EducA© es versátil, permitiendo al usuario moverse por cada uno de los apartados del menú independientemente del punto de la aplicación en que se encuentre. El interfaz de RS-EducA© está diseñado de forma que su manejo no plantea ningún tipo de duda a la hora de la navegación del mismo. El diseño es amigable y permite al usuario una interactividad total. La aplicación Web es susceptible de ser actualizada siempre que el administrador de la misma lo estime conveniente.

Tras el análisis de los resultados obtenidos en las aplicaciones desarrolladas hemos realizado un estudio de las posibles mejoras que se pueden introducir en un futuro próximo como la ampliación o modificación de los contenidos ya existentes, nuevos temas, recursos etc., y la creación de una base de datos que permita un registro de los usuarios para que acceden a los contenidos de la aplicación Web, de forma que se les asigne una contraseña que deberá ser validada cada vez que desee acceder a los mismos.

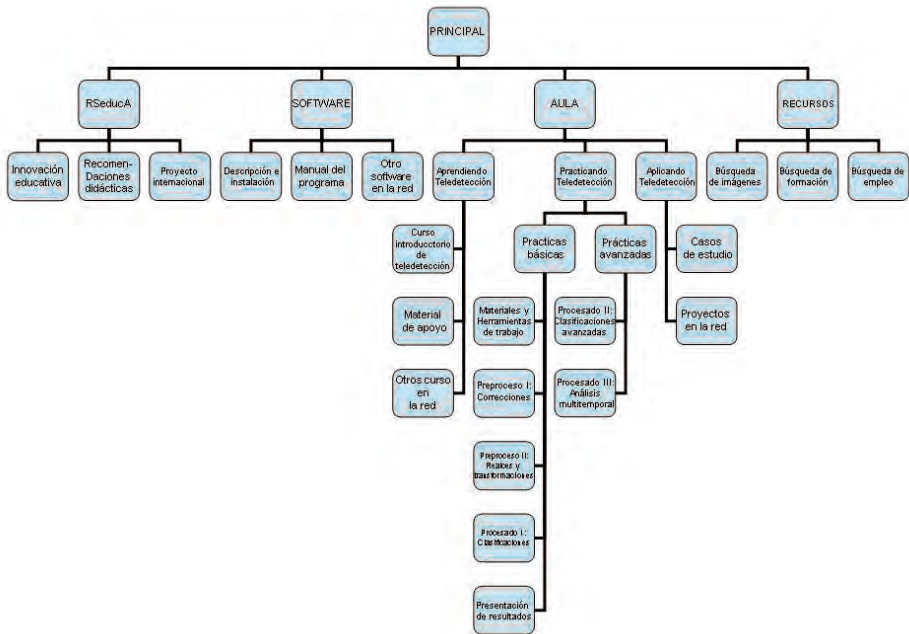


Figura 13. Estructura completa del menú

## APLICACIONES DE RS-EducA© EN LA INGENIERÍA

En la actualidad existen entorno a 50 satélites en funcionamiento que disponen una gran variedad de sensores, activos y pasivos, que operan en

un amplio rango espectral, y que proporcionan información sobre diversos fenómenos y parámetros geobiofísicos que nos permiten conocer mejor el planeta tierra y su atmósfera.

Las aplicaciones de la Teledetección son múltiples, las más importantes relacionadas con la Ingeniería Agroforestal son:

1. Relativas al estudio y seguimiento de recursos agroforestales: análisis del medio para la creación de sistemas forestales, estudio de la erosión, restauración de sistemas agroforestales, inventariación y estimación de variables dasométricas, cartografía de usos agroforestales, predicción y gestión de cosechas, ordenación y gestión de masas forestales, aprovechamientos forestales, y sistemas agrosilvoculturales.
2. Relativas a la defensa de cultivos y bosques: incendios forestales y agrarios, prevención y diseño de infraestructuras, detección incendios forestales, control y seguimiento, evaluación de daños, plagas y enfermedades, control y seguimiento, evaluación de daños, e impacto de la contaminación ambiental.
3. Relativas al medioambiente y prevención de riesgos y ordenación del territorio: gestión ambiental, evaluación de impacto ambiental, espacios naturales protegidos, gestión paisajística, ordenación territorial, estudio y gestión del agua, y estudio de avenidas e inundaciones.
4. Relativas a la fauna terrestre y dulceacuícola: fauna terrestre, especies cinegéticas, y fauna dulceacuícola.

Dentro de todo este amplio campo de aplicaciones, el equipo realizador de la plataforma educativa RS-EducA© principalmente trabaja en la cartografía de zonas afectadas por problemas medioambientales, como son los incendios forestales y la minería superficial (ver Figuras 14 y 15 como ejemplo).

El software RS-EducA© tiene implementados los algoritmos de tratamiento digital de imágenes más habitualmente empleados para trabajar con imágenes de satélite. Así, las dos aplicaciones antes mencionadas pueden desarrollarse bajo dicho software (como así se hace en las sesiones prácticas de las diferentes asignaturas que utilizan esta plataforma).

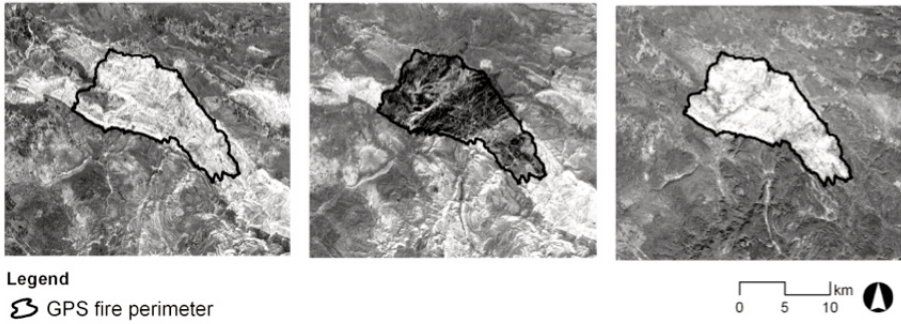


Figura 14. Estudio de incendios forestales usando RS-EducA©.

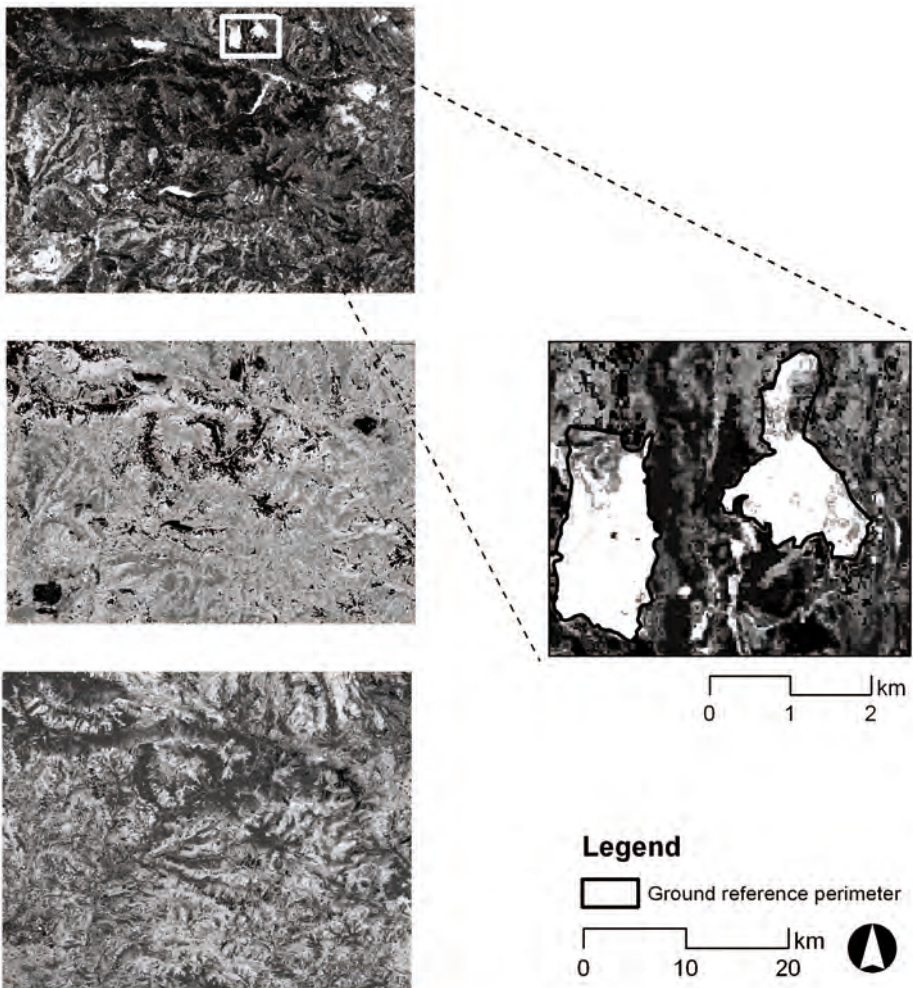


Figura 15. Estudio de los impactos de la minería superficie usando RS-EducA©

## CONCLUSIONES

En 2010 se comienza a testar el proyecto en algunas asignaturas impartidas en las universidades de León y Valladolid, en concreto: “Técnicas de análisis geomático aplicables a la Ingeniería de Biosistemas”, Master: “Investigación en Ingeniería de Biosistemas”; “Inventario y Teledetección forestal”, Grado: Ingeniero forestal y del medio natural; y “Sistemas Electrónicos de Procesamiento de Imágenes”, Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones (Sistemas Electrónicos).

A continuación, en el año 2011 el proyecto fue presentado y testado por el grupo de trabajo de Docentes de Teledetección de la Asociación Española de Teledetección (AET) dentro de las Jornadas para la Docencia y Difusión de la Teledetección que ha desarrollado esta institución. En esta evaluación participaron los principales especialistas españoles en esta materia.

A partir de 2012, el proyecto RS-EducA© será utilizado en distintos cursos de grado y postgrado en las universidades españolas y se abrirá la posibilidad de adaptarlo a ejemplos concretos de otros países con la intención de que se extienda y difunda en otros los países de América latina.

RS-EducA©, que puede seguirse de forma individualizada por el alumno (autoaprendizaje) o servir de materiales para la elaboración de un curso de referencia curricular (apoyo a la enseñanza), fomenta de forma interdisciplinar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la geoinformación mediante una múltiple acción educativa:

1. Enseña las bases teóricas de esta disciplina científica,
2. Fomenta el aprendizaje práctico mediante el apoyo de un software (RS-EducA©) diseñado especialmente para estas tareas educativas,
3. Aporta ejemplos reales y actuales basados en trabajos desarrollados por miembros de prestigiosos grupos de investigación mundial.

En definitiva, RS-EducA© pretende ser un centro de referencia para todos aquellos profesores y estudiantes que se aproximen al mundo de la Teledetección.



## REFERENCIAS

ÁLVAREZ, M.F.; RODRÍGUEZ, J.R.; SANZ, E.; FERNÁNDEZ, M. 2007. E-ABP en la docencia de ingeniería cartográfica en enseñanzas técnicas en el Espacio Europeo de Educación Superior. En: *Premios 2007 a la innovación en la Enseñanza*. Ed: Consejo Social de la Universidad de León.

BALDINA, E.A.; CHALOVA, E.R.; KNIZHNIKOV, YU.F.; TUTUBALINA, O.V. 2002. *Remote Sensing Education Using Internet* – Prospects of the Inter-University Aerospace Centre. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '02

BLOOM, B.S. 1956. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York; Toronto: Longmans, Green.

CASTAÑO, S.; QUINTANILLA, A. 1999. *Teledetección: Avances y Aplicaciones*. Ed: Diputación de Albacete, Albacete, España

CHUVIECO, E.; HUETE, A. 2010. *Fundamentals of Satellite Remote Sensing*. CRC press.

CORREA, J.M.; PAREDES, J. 2010. *E-learning platforms use and the European Higher Education Area: Institutional policies in Spanish universities*. 4th International Conference on Distance Learning and Education (ICDLE), 2010, 178 – 180

COUTINHOL, M.E.; POLLARDF, J.K. 2001. *Web-controlled instrumentation for educational applications*. IEE International Symposium on Engineering Education: Innovations in Teaching, Learning and Assessment (Ref. No. 2001/046)

DE MIGUEL, M. (coordinador). 2005. *Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Alianza.

DURAN, A.; MOON, Y.B.; GIRALDO, E. 2009. Work in progress - the European Higher Education Area (“Bologna process”) in *Engineering Education in Spain*. 39th IEEE Frontiers in Education Conference, FIE'09, 18-21 Oct. 2009.

EUROPEAN TUNING PROJECT. 2000. [www.unideusto.org/tuningeu/](http://www.unideusto.org/tuningeu/) (accedido 2 de Junio de 2012)

FERNÁNDEZ-MANSO, A.A.; RAMÍREZ, J.; SAN-ROMÁN, J.M.; SARMIENTO, L.A.; CUEVAS, Y.; BLANCO, J. 2004. *El Alto Bierzo. Propuesta para un desarrollo forestal sostenible. Manual de gestión forestal sostenible*. (Ed.) Junta de Castilla y León. Fondo Social Europeo (FSE) y Fundación Biodiversidad.

FERNÁNDEZ-MANSO, A.; QUINTANO, C. 2005. *RS-EducA©: Plataforma Multimedia para el Desarrollo Científico y Formativo de la Teledetección*. Informe Universidad de León. 30 p.

FERNÁNDEZ-MANSO, A.; QUINTANO, C. 2011. *Aplicaciones el Proyecto de Educación en Teledetección RS-EducA© en el Aprendizaje Orientado a Proyectos*. Jornadas para la Docencia y Difusión de la Teledetección. Reunión Científica de Docentes de Teledetección de la AET. Universidad de Salamanca. 2-4 Marzo 2011, Ávila.

FERNÁNDEZ-MANSO, A.; QUINTANO, C. 2012. *RS-EducA©: Plataforma Multiaprendizaje para la Enseñanza de la Teledetección*. IX Jornadas sobre docencia e investigación en Ingeniería Agroforestal. Nuevos retos en docencia e investigación en Ingeniería Agroforestal: materias emergentes en ingeniería agroalimentaria y energías renovables. León, Septiembre 2012.

GARCÍA, I.; DURAN, A.; CASTRO, M. 2008. *Comparing the effectiveness of evaluating practical capabilities through hands-on on-line exercises versus conventional methods*. 38th Annual Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008.

LANG y MCBEATH, *Fundamentals principles and practices of teaching. A practical theory-based approach to planning and instruction*. 2000. [www.sasked.gov.sk.ca/docs/physed/instruction.html](http://www.sasked.gov.sk.ca/docs/physed/instruction.html) (accedido 8 de Mayo 2012).

LEE, H.S.; LINN, M.C.; VARMA, K.; LIU, O.L. 2010. *How Do Technology-Enhanced Inquiry Science Units Impact Classroom Learning?* Journal of Research in Science Teaching, 47, 71–90

MATHER, P. 2004. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*, 3rd Edition. University of Nottingham, England. 437 p.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. 2006. *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la Universidad*. Disponible en línea: [www.mec.es/educa/ccuniv/html/metodologias/docu/propuestarenovacion.pdf](http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/metodologias/docu/propuestarenovacion.pdf)

MORALES, P. 2007. Nuevos roles de profesores y alumnos, nuevas formas de enseñar y de aprender”. En Prieto, L. (coord.). *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Barcelona: Octaedro. Págs. 17-31.

MURILLO, L.F.L.; VELÁZQUEZ, F.J.L. 2008. *E-learning as a Key Aspect for the Future of Higher Education*. 19th International Workshop on Database and Expert Systems Application 2008. DEXA'08. 431 – 435

NICHOLAS M. 1999. *The Remote Sensing Tutorial* (<http://rst.gsfc.nasa.gov/>)

PRIOR, E.J.; PINELLI, T.E.; STARR, R.M.; MASSENBERG, S.E. 2000. *New Distance Learning Approaches to Remote Sensing Education*. Proceedings

of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '00

QUINTANO, C.; RODRÍGUEZ, J.R.; FERNÁNDEZ-MANSO, A.; RAMÍREZ, J.; ÁLVAREZ, M.F. 2004. *Aplicaciones de la Teledetección a la ingeniería agroforestal*. Ed. Carrera Marqués. 193 p.

QUINTANO, C.; FERNÁNDEZ-MANSO, A.; FERNÁNDEZ-MANSO, O.; SHIMABUKURO, Y. 2006. *Mapping burned areas in Mediterranean countries using Spectral Mixture Analysis from a unitemporal perspective*. International Journal of Remote Sensing. v. 27, 4, p. 645–662.

QUINTANO, C.; FERNÁNDEZ-MANSO, A., ARAUJO, M.; PARDI, M.S. 2007. *RS-EducA©: Plataforma Multimedia para el Desarrollo Científico y Formativo de la Teledetección*. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR Florianópolis - SC, 21-26 de abril de 2007. p. 1559-1561

QUINTANO, C.; FERNÁNDEZ-MANSO, A.; SEVILLANO-MARCO, E. 2009. *RS-EducA©: La innovación educativa en la enseñanza de la Teledetección*. XIII Congreso Nacional de Teledetección. 23-26 Septiembre 2009, Calatayud (Aragón). En *Teledetección. Agua y Desarrollo sostenible*. Ed.: Montesinos, S. y Fernández, L. pp. 405-408.

RUESCAS, A.B.; DRANSFELD, S.; STEWARD, C.; MOSER, L.; LICHTENEGGER, J.; BRØGGER, P.; SARTI, F.; SERBAN, F.; HERNÁNDEZ, M. 2009. *Eduspace – La web europea de observación de la tierra para las escuelas de secundaria*. XIII Congreso Nacional de Teledetección. 23-26 Septiembre 2009, Calatayud (Aragón). En *Teledetección. Agua y Desarrollo sostenible*. Ed.: Montesinos, S. y Fernández, L. pp. 397-400

SANCHEZ, L.B.; SOTO, M.; MONTE, E.M. 2008. *Assessment of the Improvement in Results through the Adaptation to the European Higher Education Space Pilot Plans*. Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08., 225 – 227

SCOTT A.L. 2004. *Remote Sensing Education with MicroMSI*. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'04). Anchorage (Alaska –USA). 20-24 Septiembre 2004.

SIE (Servicio de Innovación Educativa). 2008. *Aprendizaje Orientado a Proyectos*. Universidad Politécnica de Madrid.

SPARWASSER, N.; MEISNER, R.; DECH, S.W. 1999. *An interactive CD-ROM on remote sensing - a concept study*. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '99

STEFANOVIC, M.; MATIJEVIC, M.; CVIJETKOVIC, V.; SIMIC, V. 2010. *Web-Based Laboratory for Engineering Education*. Computer Applications in Engineering Education. 18, 526–536

WERSINGER, J.-M.; WARD, E. 1996. *An Overview of Remote Sensing Education Projects Sponsored by the NASA Space Grant Program*. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '96

WORKING GROUP OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (ISPRS) (Commission VI, Objectives). 2006. <[http://www.tric.u-tokai.ac.jp/ISPRScom6/TC6\\_WG.html#wg6/2](http://www.tric.u-tokai.ac.jp/ISPRScom6/TC6_WG.html#wg6/2)>. Acceso en 15 octubre 2006

WU, M.L.; WANG, Y.M.; WONG, D.C; HWANG, M.H.; CHU, C.M. 1997. *Blended Tools for Remote Sensing Education*. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '97



