

TRATAMIENTO SOSTENIBLE DE AGUAS. INICIO Y CONSOLIDACIÓN DE UNA LÍNEA DE TRABAJO CON VOCACIÓN DE TECNOLOGÍA APROPIADA. UNA EXPERIENCIA EN LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (ESPAÑA)

SUSTAINABLE WATER TREATMENT. STARTING UP AND REINFORCING A RESEARCHING LINE ON APPROPRIATE TECHNOLOGY. THE EXPERIENCE FROM UNIVERSITY OF EXTREMADURA (SPAIN)

JESÚS SÁNCHEZ-MARTÍN^{a b}, EMILIO COSTILLO^{a c}, FLORENTINA CAÑADA^{a d},
GUADALUPE MARTÍNEZ^{a e}

Recibido 22-10-2013, aceptado 25-11-2013, versión final 27-11-2013.

Artículo Investigación

RESUMEN: En el área de Ingeniería Química de la Universidad de Extremadura (UEx) se vienen desarrollando desde el año 2003 trabajos de investigación en el tratamiento de aguas con productos naturales en clave de sostenibilidad ambiental y económica y en sintonía con la sostenibilidad humana. A lo largo de estos diez años se han intentado conjugar los indicadores habituales de rendimiento académico con la tensión constante por la aplicabilidad de resultados y el carácter apropiado de las tecnologías en desarrollo. Este trabajo presenta un balance y análisis del recorrido de esta línea de investigación, que ha sido pionera en el Departamento donde se inscribe y que debe enfrentar todavía muchos retos hasta su completa consolidación como opción competitiva con otras en el panorama investigador extremeño.

PALABRAS CLAVE: Investigación aplicada, Tecnología apropiada, Tratamiento de aguas.

ABSTRACT: The Chemical Engineering Area at the University of Extremadura has focused some of its researching efforts in developing a sustainable water treatment line by means of natural products. This investigation has tried to combine scientific and sustainability concepts according to the human sustainability paradigm since 2003. The academic aspects regarding publishing, public defense of Final Degree Dissertations and many other actions have been harmonized under the scope of Appropriate Technology. This work

^a Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Educación. Avda. de Elvas, s/n 06071 Badajoz (España). Universidad de Extremadura.

^b +34 924 289 300 ext. 86863. email: jsanmar@unex.es.

^c +34 924 289 300 ext. 86148. email: costillo@unex.es.

^d +34 924 289 300 ext. 89029. email: flori@unex.es.

^e +34 924 289 300 ext. 86152. email: mmarbor@unex.es.

presents a kind of balance and analysis of the current state of this researching line, which was the first one in the Department of Chemical Engineering and Physical Chemistry. There are still many challenges for its total implementation as a competitive option amongst others in the big picture of the regional investigation.

KEYWORDS: Applied investigation, Appropriate technology, Water treatment.

1. INTRODUCCIÓN

La Investigación para el Desarrollo (I>D) es una disciplina que ha crecido de manera natural y muchas veces favorecida en el campo de las ciencias experimentales y tecnológicas. La aplicación de soluciones científico-técnicas a problemas radicados en realidades del Sur ha sido una constante en la universidad española y pueden encontrarse ejemplos de producción académica centrada en estas temáticas desde los orígenes mismos de la Cooperación Universitaria para el Desarrollo (CUD) (Unceta, 2007).

Básicamente, se entiende como I>D aquel tipo de labor investigadora que asume los problemas a los que da respuesta desde la óptica de los países en desarrollo (Román *et al.*, 2013). De este modo, se genera un conocimiento con vocación de universalidad, aplicable y aplicado, que intenta desde un primer momento adaptar la medida de las soluciones a la dimensión de los problemas contextualizadamente (Dorf, 2001). Existen, como es bien sabido, ejemplos de I>D en diferentes campos del saber (Cruz, 2012), si bien esta denominación se reserva para los estudios técnicos y científicos, mientras que aquellos de índole más social o artística vienen amparados bajo el paraguas de los Estudios para el Desarrollo (E>D).

La preocupación por la CUD es todavía mayor si cabe dentro del paradigma educativo vigente en Europa, el llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En él se intenta desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el contexto universitario desde la perspectiva de la capacitación y la obtención de competencias. Algunas de estas competencias, fundamentalmente las llamadas básicas y las transversales, tienen fácil acomodo en el trabajo centrado en la CUD, como bien lo demuestra la aprobación generalizada de conceder 6 créditos ECTS (el actual modo de medir la carga académica) por actividades de índole solidaria, deportiva, de representación o asociadas a la Cooperación para el Desarrollo (Botello *et al.*, 2013).

Este trabajo presenta la experiencia de iniciar una línea de trabajo orientada a la I>D desde el campo de la Tecnología Química. El área de Ingeniería Química ha sido el espacio desde el cual se han propuesto un total de 21 Proyectos Fin de Carrera, 2 Trabajos Académicamente Dirigidos y una Tesis Doctoral. De esta labor han visto la luz un número significativo de comunicaciones a congresos internacionales, publicaciones en revistas indexadas y un trabajo continuado de divulgación científica en prensa universitaria y generalista.

Pretendemos aquí hacer un balance de lo que han sido estos años de I>D, sus fortalezas y debilidades, así como retos de futuro y dimensiones que cuidar especialmente, a fin de que sirva como incentivo para otros investigadores que deseen orientar todos o parte de sus esfuerzos en esta línea tan apasionante y llena de futuro.

2. MOTIVACIONES INICIALES Y PRIMEROS PASOS

Los campos de trabajo habituales en los que se ha desarrollado el Área de Ingeniería Química de la UEx contemplaban fundamentalmente el tratamiento de aguas mediante procesos físicos, químicos y biológicos. Así mismo, es habitual centrar el estudio tanto en aguas potables como residuales. Esta área de investigación arrastra tras de sí una larga experiencia en la gestión eficiente de los procesos de depuración y control de contaminantes, de tal modo que puede presentar una experiencia de más de 30 años de trabajo en los que se han repasado los principales modos de tratamiento de aguas y los tipos de efluentes de mayor impacto en la región extremeña: lixiviados de vertedero, residuos de vinazas, alpechín, aguas de lavado de aceituna o del cocido del corcho, por citar solo unos cuantos (UEx, 2010).

El proceso universitario de algunos alumnos, sobre todo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura (donde se inserta el Área de Ingeniería Química) y en la Escuela de Ingenierías Industriales, desencadenó en una preocupación por la formación en temas como la brecha Norte-Sur o la aplicabilidad de conceptos tecnológicos para la lucha contra la pobreza. Estas iniciativas cristalizaron en la consolidación de la Organización No Gubernamental Ingeniería Sin Fronteras (actualmente reconvertida en ONGAWA-Tecnología para el Desarrollo), una asociación de carácter universitario que promueve la denuncia de inequidades globales y la propuesta de hacer de la tecnología una herramienta de desarrollo de los pueblos.

De acuerdo con los principios descubiertos, en el año 2004 algunos investigadores del área de Ingeniería Química decidieron incluir también el criterio de sostenibilidad ambiental en los procesos de tratamiento que se llevaban a cabo con cotidianidad en el área de investigación. De ahí se dio el salto lógico a la Tecnología para el Desarrollo Humano (TPdH) dentro de una aspiración mayor de I>D. Esta iniciativa se concretó en la defensa del Proyecto Fin de Carrera de la titulación de Ingeniero Químico “Tratamiento de recursos hídricos en cinco poblados al norte de Lima, Perú”, que se realizó en colaboración con Cáritas Internacional y con la contraparte Centro de Investigación de Proyectos Urbanos y Regionales de Lima (CIPUR).

Desde entonces, la actividad principal de I>D de esta área se ha centrado en la realización de Proyectos Fin de Carrera de la titulación de Ingeniero Químico, llegando al número de 21

actualmente (Tabla 1).

Tabla 1: Resumen de los Proyectos Fin de Carrera defendidos en la Facultad de Ciencias vinculados a temáticas relacionadas con el Desarrollo Humano.

Alumno	Título del Proyecto	Calificación	Año
Jesús Sánchez Martín	Tratamiento de recursos hídricos en cinco poblados al norte de Lima, Perú	Matrícula de Honor, 10	2004
María Oncins Caro	Utilización de Moringa oleífera como coagulante-floculante natural en el tratamiento de agua	Notable, 8	2005
Guadalupe Frutos Blanco	Eliminación de detergentes aniónicos mediante coagulantes de origen natural	Notable, 8	2009
Carmen Jurado Bustos	Eliminación de colorantes en disolución acuosa con coagulantes vegetales	Sobresaliente, 9	2009
Áurea Delgado Regalado	Eliminación de colorantes de aguas mediante el uso de Moringa oleífera como coagulante	Matrícula de Honor, 10	2009
Cristina Solera Hernández	Empleo de floculantes de origen natural para la eliminación de contaminantes de agua	Sobresaliente, 9,5	2009
Juana Gragera Carvajal	Preparación de adsorbentes de origen vegetal para su empleo en la eliminación de contaminantes de aguas	Sobresaliente, 9,5	2009
Cristina Martín Sánchez	Eliminación de colorantes de disoluciones acuosas mediante coagulantes de origen tanínico	Sobresaliente, 9	2010
María Antonia Dávila Acedo	Optimización de la cationización de taninos condensados para su uso como coagulantes/floculantes	Sobresaliente, 9,5	2010
Cristina Carmona Murillo	Optimización de la polimerización de taninos condensados para su uso como adsorbentes	Matrícula de Honor, 10	2010
Patricia Gibello Pérez	Preparación de derivados tanínicos para su uso en el tratamiento de aguas. Influencia de los reactivos que intervienen en la polimerización	Sobresaliente, 9	2010

María del Carmen Gómez Muñoz	Preparación de taninos para su uso en el tratamiento de aguas. Influencia de los agentes reaccionantes.	Sobresaliente, 9,5	2010
María Teresa Rodríguez Sánchez	Caracterización de coagulantes de origen tanínico en su empleo para la eliminación de contaminantes en disolución acuosa	Sobresaliente, 9	2011
Mercedes Jiménez Giles	Eliminación de colorantes en disolución acuosa mediante coagulantes comerciales de origen tanínico	Sobresaliente, 9	2011
Leticia Martín García	Optimación de coagulantes tanínicos para la depuración de aguas	Sobresaliente, 9	2011
Ana Muñoz Serrano	Eliminación de colorantes en disolución acuosa con extracto purificado de Moringa oleífera	Sobresaliente, 9,5	2011
María del Mar Barrado Moreno	Eliminación de detergentes por procesos de coagulación empleando Moringa oleífera	Sobresaliente, 9	2011
Víctor Encinas Sánchez	Adsorción de metales pesados en taninos modificados	Sobresaliente, 9	2011
Beatriz Coco Rivero	Coagulantes a partir de extractos tanínicos de quebracho (<i>Schinopsis balansae</i>). Optimización de la síntesis y aplicaciones.	Notable, 8	2012
Ángela Delgado Regaña	Síntesis, caracterización y aplicaciones adsorbentes de taninos polimerizados (rigid tannin foam)	Sobresaliente, 9	2012
Caridad Donoso Fernández	Adsorbentes a partir de taninos modificados. Nuevas síntesis y aplicaciones	Sobresaliente, 9	2012

La realización de Proyectos Fin de Carrera ha permitido el desarrollo de una línea de trabajo investigador centrada en tecnologías ambientalmente sostenibles que, de modo colateral y ciertamente explícito algunas veces, incluían la vocación de sostenibilidad humana dentro de sus Objetivos y Alcance. Este formato de desarrollo investigador es el propio de los temas que todavía no cuentan con el respaldo específico de un Proyecto Financiador y que han de crecer auspiciados por Proyectos de amplio espectro. En este caso, el trabajo en I+D del Área de Ingeniería Química de la UEx ha sido financiado desde los programas y entidades referidas en la tabla 2.

Tabla 2: Financiación de las investigaciones en la línea de trabajo en tratamiento sostenible de aguas.

Curso	Proyecto	Entidad	Objeto de financiación
2003/04	Programa propio de Cooperación al Desarrollo	Oficina Universitaria de Cooperación al Desarrollo - Uex	Beca de colaboración
2004/05	Programa propio de Cooperación al Desarrollo	Oficina Universitaria de Cooperación al Desarrollo - Uex	Beca de colaboración
2005/06	CTQ 2004-00961/PPQ	Ministerio de Ciencia y Tecnología	Proyecto de Investigación
2006/07	2PR01A113	Junta de Extremadura	Proyecto de Investigación
2007/08	Programa Propio de Iniciación a la Investigación. Modalidad orientada	UEx - GESPEA, S.A.	Beca de investigación
2008/09	Programa Propio de Iniciación a la Investigación. Modalidad orientada	UEx - Banco Santander	Beca de investigación
2009/10	CTQ 2007-60255/PPQ	Ministerio de Ciencia y Tecnología	Proyecto de Investigación
2010/11	PRI 07A031	Junta de Extremadura	Proyecto de Investigación
2011/12	CTQ 2010-14823/PPQ	Ministerio de Ciencia y Tecnología	Proyecto de Investigación

La dependencia económica de las diferentes entidades que han posibilitado el nacimiento de esta línea de investigación ha sido, al tiempo, el motivo que no permite la total identificación de estos trabajos con la I>D, por cuanto deben cubrir aspectos incluidos en la formulación de los proyectos originales (en el caso de aquellos financiados por la Junta de Extremadura y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología). De este modo, a pesar de la amplia producción científica de estos años (más de 40 artículos en revistas de corte tecnológico, con índice de impacto internacional en su mayoría), queda todavía mucho que recorrer para conseguir una investigación en Tecnología Apropriada en exclusiva. Un paso definitivo en este sentido será conseguir una financiación específica para un trabajo de I>D en formato de Tesis Doctoral. Hasta entonces, el margen de maniobra del que se dispone se circunscribe casi únicamente al desarrollo de Proyectos Fin de Carrera (PFC).

3. TEMÁTICAS Y MARCO NORMATIVO

La titulación de Ingeniero Químico, en su plan de 1998, integraba un Proyecto Fin de Carrera de 9 créditos prácticos que podía abarcar cualquiera de las áreas de conocimiento vinculadas a la titulación (España, 1998). Así mismo, la legislación académica establecía la necesidad de acometer este trabajo individualmente.

La Facultad de Ciencias, contrariamente a lo que han hecho otras Escuelas Técnicas, no incluyó modalidades específicas de Proyectos Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo. El régimen interno de este Centro estableció tres especialidades de PFC (UEx, 2004): diseño industrial, estudio o informe técnico y trabajo de investigación o desarrollo. En esta última quedaron incluidos todos los PFCs relacionados en la tabla 1.

Los trabajos desarrollados por los alumnos han contemplado mayoritariamente dos grandes líneas de acción.

1. Tratamiento de aguas mediante coagulantes de origen natural: taninos polimerizados, derivados tanínicos comerciales o derivados vegetales como la *Moringa oleifera*.
2. Tratamiento de aguas mediante adsorbentes tanínicos de árboles como el Quebracho, la Acacia o el Pino.

Todas las investigaciones han ido convergiendo en torno a una Tesis Doctoral (Sánchez-Martín, 2010) de la cual se puede extraer el mapa de trabajo de ambas líneas.

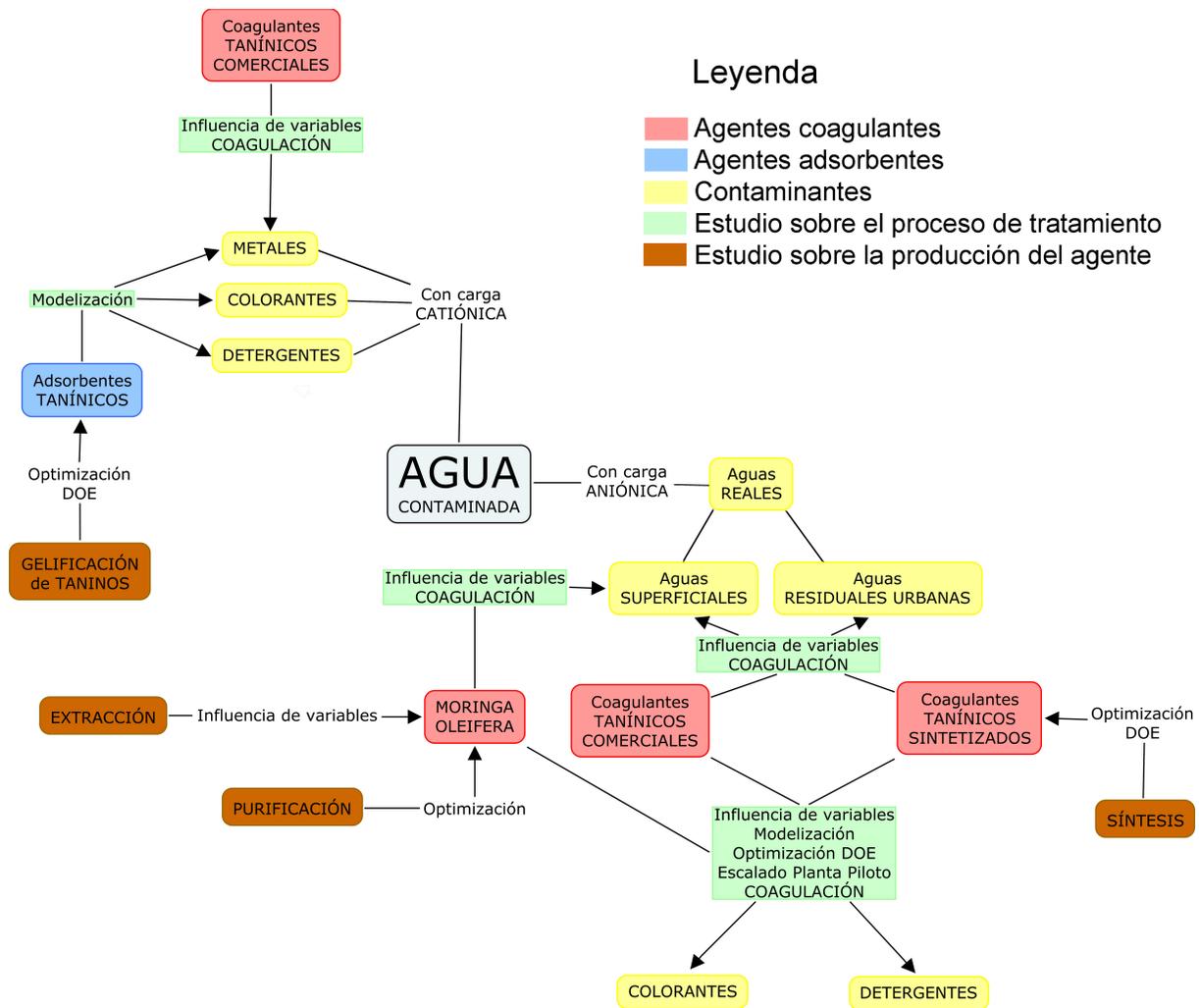


Figura 1: Mapa de las investigaciones.

Como se aprecia, el nexo central de todas las investigaciones es el tratamiento de aguas, en línea con el trabajo habitual del Área de Ingeniería Química donde se han llevado a cabo. No obstante, los PFCs se han planteado desde el desarrollo de soluciones tecnológicamente viables y ambientalmente sostenibles para dar respuesta a situaciones de falta de calidad o deficiente depuración.

4. IMPLICANDO A OTROS

Desde un primer momento se ha puesto de manifiesto la necesidad de la tarea multidisciplinar para dotar de contenido serio y transmitir la idea central de que la tecnología y la ciencia universitaria pueden ponerse a trabajar coordinadamente cuando el nexo es el Desarrollo Humano. En este sentido, han sido varios los puntos de apoyo que se han buscado, fundamentalmente relacionados

con aquellos campos del saber donde de manera tradicional no se había recalado. En específico, las alianzas han sido las que se muestran en la figura 2.

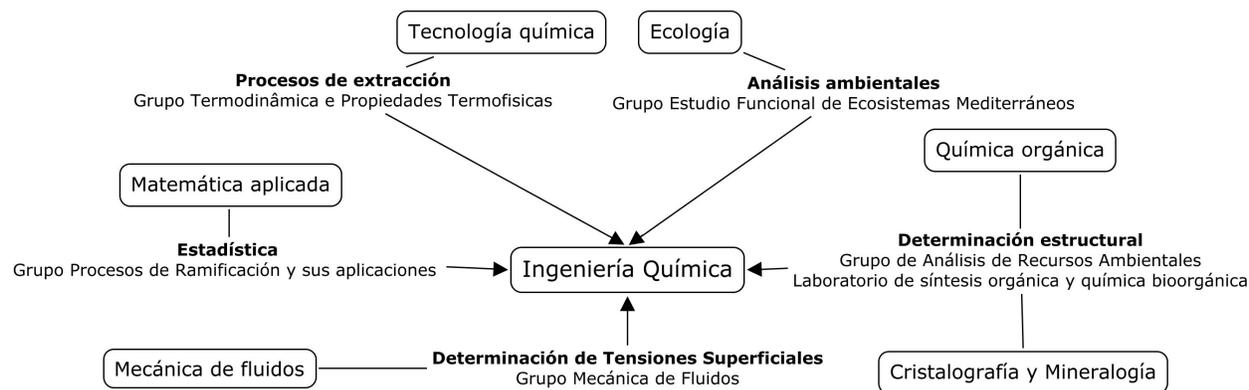


Figura 2: Interacciones con otras áreas de conocimiento.

Como se puede ver, los procesos centrados en el tratamiento de aguas han sido enriquecidos con las aportaciones de hasta seis grupos de investigación diferentes, pertenecientes a áreas de conocimiento algunas veces afines, otras no tanto. Este entramado de saberes ha completado la visión del trabajo tanto de los alumnos implicados en los Proyectos Fin de Carrera como de los propios investigadores, que han descubierto vínculos interesantes entre sus campos de conocimiento y sus actividades habituales y la I>D.

5. LECCIONES APRENDIDAS: BALANCE PRELIMINAR

A pesar de que el tiempo transcurrido desde que se iniciara este trabajo no ha sido mucho (apenas 10 años) sí se han comprobado avances significativos y fortalezas que merece la pena apuntalar y analizar, a fin de continuar en la consolidación de la labor investigadora con este cariz y vocación.

Podemos señalar como principales logros y/o elementos que aseguran el éxito relativo de esta tarea los siguientes:

1. Necesidad de seriedad. La I>D precisa de dedicación, tiempo, esfuerzo y recursos. No es posible embarcarse en esta tarea si no se está dispuesto a derivar parte importante de nuestras capacidades a implementar este tipo de investigación.
2. Adaptación para aprovechar sinergias y vientos favorables. Aunque lo deseable es tener un horizonte de especificidad, porque la I>D tiene proyección más que suficiente para ello, es preciso dirigir conveniente y eficazmente los recursos que pueden ser empleados en estos momentos iniciales de arranque. Así, los nichos de trabajo de los Proyectos Fin de Grado, de las Tesinas no vinculadas a planes concretos de Investigación y Desarrollo o las voluntades

de investigadores con inquietud pueden ser adecuados resortes para propiciar el despegue de estos trabajos.

3. Implicación de otros. La I>D tiene una componente importante de contagio y sensibilización. Esto, unido al carácter pluridimensional y multidisciplinar que a menudo conllevan los trabajos de investigación (permiten incluso colaboraciones entre ciencias experimentales, tecnológicas, sociales y artísticas) anima deliberadamente a hacer de los equipos espacios compartidos por varios investigadores de diverso perfil.
4. Revisión constante y planificación. Por sus peculiaridades y por el hecho de ser una línea incipiente en los espacios de trabajo, la I>D requiere de un especial cuidado en las fases de revisión y planificación. Ambas, obviamente, son complementarias. A efectos de eficacia y fecundidad, conviene que las claves de revisión no se circunscriban únicamente a los criterios tecnológicos, sino que incluyan también conceptos propios de este tipo de investigación, como son la viabilidad social, la sostenibilidad cultural o la apropiabilidad y transferencia.
5. Formación específica. Una de las características más fundamentales de esta investigación aplicada es que la formación que requiere proviene de campos que, habitualmente, se encuentran más allá de lo tecnológico. Descubrir esta necesidad de formación social y cultural puede ser el sello de calidad que dé cuerpo y solidez desde los estadios más tempranos de producción científica hasta las propuestas más avanzadas de estudios superiores (defensa de Tesis, por ejemplo).

Como posibles peligros, en el horizonte de la I>D que se inicia en la Universidad de Extremadura aparecen los siguientes:

1. Acomodo a los barnices solidarios. Iniciar nuevas líneas de trabajo siempre es costoso, pero aún más cuando se trata de una especialidad no reconocida en el ámbito científico y técnico, no favorecida en las convocatorias ordinarias de proyectos de investigación y escasamente valorada en los círculos académicos. Por eso, una amenaza constante es la renuncia a la especificidad de la I>D y resignarse al tinte solidario de una investigación al uso. La tensión por superar esta amenaza debe ser, ciertamente, constante a lo largo del proceso.
2. Obstáculos paralizantes. El esfuerzo extra que supone el inicio y la consolidación de estas tareas específicas pueden dar con dificultades de difícil resolución si se trabaja en condiciones precarias, de soledad o de falta de reconocimiento y apoyo. Esos obstáculos paralizantes son los propios de un trabajo sin asideros institucionales, y pueden dar al traste con todas las iniciativas que, si bien la mayoría de las veces nacen de la buena voluntad de los investigadores, no pueden vivir mucho tiempo si no es con los correspondientes soportes académicos y administrativos.

3. *Guetoización, hobbyización, aislamiento.* En medio de un panorama académico y científico con las líneas de trabajo marcadas por la pauta financiadora de entidades muchas veces externas a la Universidad, la apuesta por la I>D corre el riesgo de ser entendida como un reducto aislado, una especie de gueto científico, donde están aquellos a los que les gusta eso. Es lo que podemos llamar hobbyización, o el proceso de justificar la tarea de I>D desde el mero hobby, cuando en realidad, desde muchas instancias se identifica como verdadera obligación y quehacer de la Universidad.

6. CONCLUSIONES Y RETOS DE FUTURO

Es claro que el camino de iniciar nuevas investigaciones, cualquiera que sea su contenido, objetivo o método, es un proceso difícil y sinuoso, y muchas veces lleno de no pocos contratiempos y pasos en falso. No obstante, la vida académica requiere de continua actualización y de encontrar nuevas inquietudes que aviven el interés tanto de docentes e investigadores como de estudiantes. Esto es particularmente verdad cuando de lo que se trata es de dar salida a intereses que, de una u otra forma, están vinculados con la solidaridad y la justicia.

Por todo ello, en el momento que vivimos en la UEx, es tiempo de proyectar nuevos retos que complementen y consoliden más aún esta opción por una I>D. En concreto, se nos presentan los siguientes desafíos en el futuro más inmediato:

1. *Colectivización de la experiencia.* Si realmente creemos en la troncalidad de esta tarea de investigación en el contexto universitario, no es posible reducirla a un núcleo más o menos pequeño de investigadores comprometidos; eso sería dar razón a quienes señalan la I>D como un divertimento académico y solidario. Por eso, estamos llamados a colectivizar, a difundir la experiencia y a proponer sin tregua la posibilidad de que otros también integren estas inquietudes en su tarea ordinaria. Esto puede venir bien generando y animando grupos multidisciplinares, sinérgicos y complementarios; bien planteando a otros que sean artífices de sus propias iniciativas. Existen desde ya formatos interesantes que pueden favorecer esto (UPM, 2005)
2. *Normalización del trabajo.* Hay que acabar con la visión de dificultad obstaculizante, de particularidad extrema de este tipo de tarea académica. Se trata de transmitir la idea de que, en efecto, todo docente, investigador y estudiante puede acometer esta labor desde lo que propiamente se es en cada momento, sin renunciar a la formación específica, igual que se haría con cualquier otro campo. Esta normalización es el paso previo a la propuesta efectiva en ámbitos abiertos y más generales.
3. *Desarrollo normativo y reconocimiento académico.* Como paso obligado a esta generalización, se deberá desarrollar un trabajo que colabore a que se pueda acometer este tipo de investigaciones sin menoscabo de los parámetros básicos de trabajo universitario. Por poner

un ejemplo, es tarea actual en la Universidad de Extremadura la redacción y aprobación de una normativa de Trabajos Fin De Grado en Cooperación para el Desarrollo que recoja adecuadamente los criterios de extensión, calidad y temporalidad, además de aquellos propios de la I>D.

4. Difusión de resultados como tarea propia de la Universidad. Asumir esta labor como propia de la Universidad implica difundir propiamente los resultados a fin no de publicitar lo que es de justicia y sentido común, sino de aportar y revertir a la sociedad parte del esfuerzo que ésta invierte en la institución universitaria. La comunidad social en la que nos inscribimos tiene el derecho de conocer lo que se hace con sus recursos, y que una fracción de ellos se vaya en este tipo de Cooperación para el Desarrollo es un hecho merecedor de dicho anuncio.
5. Extrapolación de inquietudes a disciplinas de corte social como aquellas vinculadas a la formación del profesorado, didáctica y pedagogía. En un contexto donde la importancia del constructivismo como paradigma educativo es creciente y de palpante actualidad, el valor de la investigación aplicada, aun en formatos adaptados a niveles educativos no superiores, es garantía de sensibilización contra la injusticia y la pobreza estructural en la cuestión Norte-Sur.

En definitiva, son muchas las tareas pendientes y seguramente queden todavía insatisfacciones a las que tengamos que dar respuesta en los próximos años. Sin duda, el acicate de comenzar a trabajar en consonancia con un modelo de redistribución del conocimiento será una motivación para superarlas. Hasta entonces, valoramos el camino recorrido como el inicio de una labor de responsabilidad y justicia que llena de ilusión y contagia alegría y vocación científica en los que trabajan por ello, a un lado y a otro de la mesa del profesor.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto de investigación EDU2012-34140 del Ministerio de Economía y Competitividad (España y por el Grupo de Investigación DEPROFE, ambos de la Universidad de Extremadura).

Referencias

- Botello, E.; Moreno Losada, J.; Sánchez Martín, J. y Zamora Polo, F. (coords.) (2013), *Ética en la Universidad. Transversalizar las competencias éticas en el Espacio Europeo de Educación Superior*, ENTIMEMA, Madrid.
- Cruz Martínez, C. (2012), *La Investigación para el Desarrollo (I>D) en las universidades públicas españolas dentro del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea*, IUDC-UCM, Madrid.

- Dorf, R.C. (2001), *Technology, Humans and Society: Toward a sustainable world*, Academic Press, San Diego.
- España. (1998), *Plan de Estudios conducentes al título de Ingeniero Químico*. Boletín Oficial del Estado. 271. Jueves 12 de noviembre.
- Román Suero, S.; Sánchez Martín, J.; Zamora Polo, F. (2013), *Opportunities given by Final Degree Dissertations inside the EHEA to enhance ethical learning in technical education*. European Journal of Engineering Education, 38(2), 149-158.
- Sánchez Martín, J. (2010), *Aplicación de productos naturales para el tratamiento de aguas. Empleo en países en desarrollo*, Entimema, Madrid.
- Unceta, K.. (2007), *La cooperación al desarrollo en las universidades españolas*, Agencia Española de Cooperación Internacional, Madrid.
- Universidad de Extremadura. (2010), *Memoria de Investigación de la Universidad de Extremadura. Anualidad 2008*. Vicerrectorado de Investigación, Innovación e Infraestructura Científica de la Universidad de Extremadura. En www.unex.es. [Consultada el 10 de septiembre de 2013]
- Universidad de Extremadura. (2004), *Normativa de la asignatura Proyecto Fin de Carrera de 5º Curso de la titulación de Ingeniero Químico. Aprobada por la Junta de Facultad de Ciencias el 12 de julio de 2004*. En www.unex.es. [Consultada el 10 de septiembre de 2013]
- Universidad de Extremadura. (2005), *Normativa de la Universidad Politécnica de Madrid sobre acciones en cooperación para el desarrollo*. En www.upm.es. [Consultada el 12 de septiembre de 2013]