

MEMORIA JUSTIFICATIVA PARA LA SOLICITUD DE UN PROGRAMA DE POSGRADO INTERUNIVERSITARIO EN QUÍMICA SOSTENIBLE

1.- Antecedentes

La química está presente en cada una de nuestras actividades diarias y en todos y cada uno de los objetos que nos rodean. De modo cotidiano, la Química está en contacto con cada uno de nosotros, es una ciencia que nos ayuda a alimentarnos, a vestirnos, a desplazarnos, a sanar enfermedades, a alojarnos e incluso nos entretiene (los CD, las cintas de música o video están fabricadas con productos químicos). La química participa de un modo directo e inevitable en cada una de las etapas de obtención de un determinado producto o material, desde su diseño inicial hasta su adquisición por el consumidor. La química es una ciencia relativamente reciente que, de un modo estructurado, comenzó en Europa hace 200 años y que atrajo a gente como Avogadro, Lavoisier, Faraday y Liebig. Desde entonces se ha convertido en una ciencia que abarca tanto el mundo microscópico de los átomos y moléculas hasta el mundo macroscópico de los materiales.

La química es una ciencia central que crea sus propios objetivos. Algunos materiales como los plásticos, que han cambiado el rostro del mundo en el siglo XX y lo seguirán cambiando en el siglo XXI, no existían antes de que un químico los preparara por primera vez.

La Industria Química es actualmente la industria que mayor valor añadido genera en Europa y en la que puede considerarse líder mundial pues seis de las diez primeras compañías químicas del mundo son europeas. Según los datos de la CEFIC (Asociación Europea de Industrias Químicas) y de la propia EU (Eurostat) las ventas de productos químicos de las compañías europeas se sitúan prácticamente en los 600 billones de euros, superando claramente a las ventas de los Estados Unidos (algo más de 400 billones de euros) y de Asia (algo más de 500 billones). La industria química en Europa contribuye con más de 30 billones de € a la balanza comercial de la Unión Europea. En la actualidad, la contribución de la Industria Química al Producto Interior Bruto de la EU es prácticamente idéntico a la contribución de la agricultura (alrededor del 2.5% del PIB). Por otro lado, la Industria Química es el sector que mayor porcentaje de sus beneficios invierte en I+D+I. Así la Industria de la Química Fina invierte alrededor de un 5%. y las compañías farmacéuticas alrededor de un 22%.

La industria química europea consta de unas 30.000 compañías, de las que el 98% son pequeñas y medianas empresas, que emplean a menos de 500 personas. En conjunto, la industria química europea emplea directamente a 1,65 millones de personas, generando el triple de puestos de trabajo indirectos.

La repercusión de la Química en la vida cotidiana del ciudadano europeo es muy grande. Como hemos mencionado antes, mirando a nuestro alrededor nos damos cuenta que muchos de los compuestos y materiales que intervienen en nuestra vida han sido preparados a través de procesos industriales en los que interviene la Química. Durante décadas estos procesos se han realizado sin tener en cuenta su repercusión en el medio ambiente, siendo en muchos casos muy contaminantes. Casi todas las reacciones químicas necesitan un catalizador que aumente su velocidad de reacción para hacerla rentable, pero en general los catalizadores químicos son tóxicos, y una vez concluida la reacción hay que someterlos a diversos tratamientos para evitar la contaminación que producen al ser desechados. Por otro lado las reacciones químicas requieren generalmente el empleo de altas temperaturas y esto supone un gasto de energía que no favorece al medio ambiente y que dificultan la sostenibilidad global de tales procesos. Estos datos nos sugieren que es vital cambiar nuestra filosofía de trabajo pues los beneficios de la química no pueden hacerse a expensas del medio ambiente. Ahora tenemos que asumir el desafío de que estos productos que hacen nuestra vida más cómoda puedan ser preparados a través de procedimientos no contaminantes, siguiendo los

principios de la **Química Sostenible (Green Chemistry)** según la terminología utilizada más ampliamente en el ámbito anglosajón).

La Química Sostenible puede definirse como el diseño de productos y procesos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas.

Al igual que en otros ámbitos, el objetivo de desarrollo sostenible deberá conseguirse con la puesta a punto de nuevas tecnologías que provean a la sociedad con los productos que necesitamos de una manera medioambientalmente responsable.

Según el código de conducta de la American Chemical Society. “Los químicos tienen como responsabilidad profesional servir al interés público, al bienestar y al avance del conocimiento científico. Los químicos deben preocuparse de la salud y el bienestar de sus compañeros, consumidores y la comunidad... Los químicos deben comprender y anticiparse a las consecuencias medioambientales de su trabajo. Los químicos tienen la responsabilidad de evitar la contaminación y de proteger el medioambiente”.

El diseño de productos y procesos medioambientalmente benignos debe guiarse con los 12 principios de la Química Sostenible que se basan en:

- 1) prevención,
- 2) economía atómica,
- 3) uso de metodologías que generen productos con toxicidad reducida
- 4) generar productos eficaces pero no tóxicos,
- 5) reducir el uso de sustancias auxiliares,
- 6) disminuir el consumo energético,
- 7) utilización de materias primas renovables,
- 8) evitar la derivatización innecesaria,
- 9) potenciación de la catálisis,
- 10) generar productos biodegradables,
- 11) desarrollar metodologías analíticas para la monitorización en tiempo real,
- 12) minimizar el riesgo potencial de accidentes químicos.

Desde su inicio conceptual en 1991, la Química Sostenible ha crecido a nivel internacional de un modo sostenido, con la creación a nivel nacional e internacional de organismos, redes, instituciones, revistas y programas educativos relacionados con la misma.

En 1993 en Estados Unidos la EPA creó el "U.S. Green Chemistry Program" que ha sido la base del mayor número de actividades en Estados Unidos como los "Presidential Green Chemistry Challenge Awards" y la Conferencia anual "Green Chemistry and Engineering Conference" y a mediados de los años 90 la creación del "Green Chemistry Institute" con el objetivo de promover la investigación, educación y expansión de la Química Verde.

En Italia, Reino Unido, Japón, Australia, etc., también se han creado instituciones para el desarrollo de la Química Sostenible. El Reino Unido ha establecido programas de investigación y de docencia en química verde. Asimismo la Royal Society of Chemistry lanzó en 1999 la revista de investigación Green Chemistry que recientemente ha alcanzado índices de impacto superiores a los de la mayor parte de revistas de la RSC. En Italia se ha creado un consorcio interuniversitario (INCA) donde la química verde es uno de sus temas centrales.

En Japón se ha creado también una red de química verde y sostenible (GSCN). En Australia se ha creado el Centro de Química Verde de la Monash University para el desarrollo de la investigación y la docencia en este campo.

En nuestro país el trabajo en el campo de la Química Sostenible ha sido disperso centrándose en diversas iniciativas de los planes nacionales de Investigación donde la Química Sostenible se encontraba dentro de subprogramas como el de Biotecnología medio ambiental, desarrollo de polímeros biodegradables o de origen natural, dentro del programa de Nuevos Materiales, el desarrollo de nuevos catalizadores más selectivos dentro del programa de Química Industrial o del de Tecnología Química etc.

Por otro lado las leyes de la Unión Europea para la protección del medio ambiente están obligando a las empresas europeas en general, y a las españolas en particular a desarrollar procesos más respetuosos con el medio ambiente. La potenciación de los objetivos de la Química Sostenible por parte de la UE viene marcada por la introducción continuada del concepto de desarrollo sostenible en todos los apartados considerados dentro del FP6 (y del futuro FP7) como un objetivo estratégico básico para Europa. Todos los subprogramas en los que está involucrada la Química en el FP6 consideran la necesidad de desarrollar tecnologías sostenibles. Un hito significativo a este respecto lo representa la creación de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible a nivel europeo, como una de las grandes Plataformas Tecnológicas e Industriales que se han posicionado de cara al FP7 y al desarrollo de los próximos años. La industria Química española, una de las más importantes a nivel europeo en algunos campos como el de la fabricación de intermedios, se ha posicionado adecuadamente en este contexto, participando en la creación de la correspondiente Plataforma Española de Química Sostenible que en la actualidad se encuentra ya trabajando en dos subplataformas como son la de biotecnología y la de reacciones y procesos.

2.- Justificación del Programa de Posgrado: Conveniencia, Demanda y Viabilidad económica.

2.1. Conveniencia de la implantación de un Programa de Posgrado en Química Sostenible

En pocos ámbitos de la ciencia y tecnología modernas se ha producido con igual intensidad que en el caso de la Química Sostenible el hecho de que el desarrollo en investigación y educación ha sido completamente paralelo.

En investigación se han establecido programas en los cinco continentes haciendo énfasis en los principios de la Química Sostenible. Así, por ejemplo, en química de polímeros la investigación se está centrando en el uso de materiales renovables, transformaciones basadas en procesos biológicos y diseño estructural para la biodegradabilidad.

El diseño de disolventes benignos y sistemas sin disolventes es también una de las áreas más activas: el empleo de fluidos supercríticos como el dióxido de carbono o el agua supercrítica; el uso de los líquidos iónicos, disolventes atractivos ya que tienen una presión de vapor despreciable y su uso en sistemas polares puede crear una nueva química; la utilización de disolventes fluorados que han demostrado también particulares ventajas en catálisis homogénea.

La catálisis es uno de los pilares fundacionales de la Química Sostenible. Las reacciones catalíticas a menudo reducen los requerimientos de energía, disminuyen la necesidad de separaciones debido al aumento de selectividad, permite el uso de materias primas renovables o minimizan las cantidades de reactivos necesarias.

El empleo de materiales renovables es una necesidad teniendo en cuenta la disminución global de las fuentes, ya que actualmente el 98% de los productos químicos derivan del petróleo.

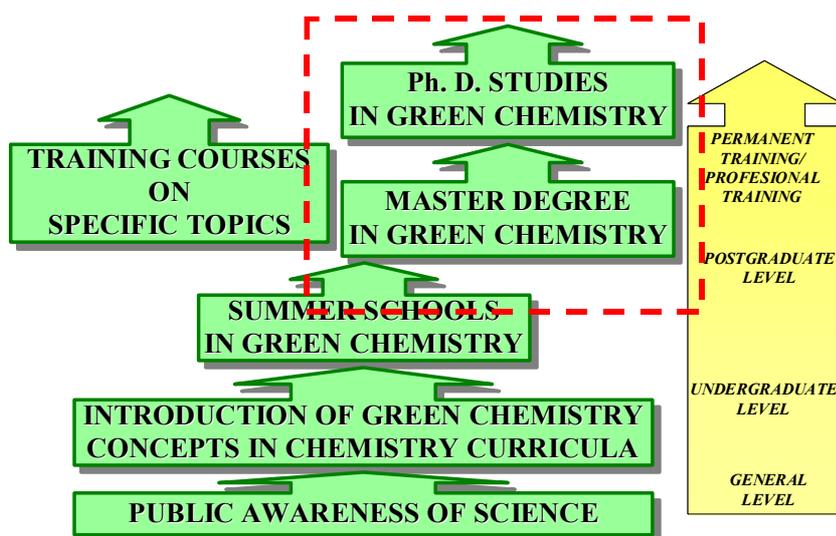
El diseño de nuevas tecnologías, métodos analíticos para monitorización in situ o el diseño de productos químicos más seguros son otros objetivos prioritarios dentro de la Química Sostenible.

Todos los desarrollos anteriores han estado acompañados por el convencimiento absoluto de la necesidad de ser capaces de transmitir de un modo inmediato los conocimientos adquiridos. Es necesario que la próxima generación de científicos y tecnólogos sea formada en las metodologías, técnicas y principios que son primordiales en la química sostenible/verde.

La educación en Química Sostenible (Química Verde) representa un auténtico desafío a nivel mundial para nuestro futuro próximo y requiere la participación de actores muy diferentes. Entre estos actores, cabe considerar los gobiernos, las universidades, los centros de investigación, las propias industrias, las agencias no gubernamentales, los medios de comunicación, etc. Sin embargo, parece claro que, en este ámbito, son los Químicos y los Ingenieros Químicos, en particular aquellos que están involucrados en actividades educativas, los que deben jugar un papel primordial. De acuerdo con ello, se requiere que las instituciones educativas, y muy particularmente las universidades, realicen un un esfuerzo importante en este campo de modo que sean capaces de educar a los formadores en Química Sostenible y preparar adecuadamente a los investigadores y profesionales, presentes y futuros, que están actualmente o estarán en el futuro involucrados en la Química del siglo XXI.

La educación en Química Sostenible debe incluir actividades a niveles muy diferentes.

Así, los conceptos generales de sostenibilidad y de Química Sostenible (Química Verde) deben presentarse al público en general de una manera simplificada y comprensible a través de los medios de comunicación. Igualmente, algunos de estos conceptos deben introducirse en los niveles preuniversitarios de enseñanza, lo que, lógicamente, requiere una formación específica de los educadores en los distintos niveles de la misma. Si consideramos la formación de los profesionales de la Química, resulta evidente que dichos conceptos deben introducirse, aunque también de una forma relativamente simplificada, en los curricula de pregrado en las Universidades. Por otro lado, la celebración de cursos de verano en Química Verde o Química Sostenible juega también un papel



importante a la hora de introducir en este campo a los estudiantes recién graduados o en las últimas etapas de sus estudios de pregrado, dándoles una visión general pero más profunda del área.

Sin embargo, parece claro que el esfuerzo educativo fundamental tiene que producirse al nivel del posgrado. Por un lado, se requiere la elaboración de cursos de formación muy focalizados sobre temas específicos dirigidos a los

profesionales actuales que necesitan conocer con detalle, de modo inmediato, algún elemento muy definido dentro de este ámbito. Por otro lado, la preparación de profesionales de la Química con una alta preparación y cualificación en el área de la Química Sostenible requiere la elaboración de los curricula correspondientes que lleven a la obtención del grado de MASTER EN QUÍMICA SOSTENIBLE e igualmente al grado de DOCTOR EN QUÍMICA SOSTENIBLE.

A lo largo de Europa se han acometido en los últimos años distintas iniciativas individuales con el objeto de superar la falta de una aproximación general y coherente a la formación en Química Sostenible. Así, ha sido posible la introducción de cursos introductorios como materias optativas en algunos curricula de la Licenciatura en Química (por ej., en la Universidad de Valencia) y distintas universidades alemanas (Bremen, Regensburg y otras) han colaborado para la elaboración de cursos de laboratorio sobre este tema. En Italia, el Prof. P. Tundo, en Venecia, coordina anualmente un curso de verano sobre Green Chemistry que ha alcanzado un grado de consolidación muy notable. En España se han celebrado igualmente durante los últimos años, con un éxito notable, distintos cursos de verano sobre Química Sostenible/Química Verde (Castellón, Zaragoza, Sevilla...). En UK, la Universidad de Nottingham ha creado el primer programa de segundo ciclo de Química Verde. Por otro lado existe, a nivel europeo, un programa de Master en materias primas renovables coordinado por instituciones del Reino Unido. Finalmente cabe señalar que la iniciativa más importante se ha llevado a cabo en España con la creación en el curso 2003-2004 del programa de doctorado Interuniversitario en Química Sostenible. Este programa, que se ha seguido desarrollando con éxito hasta la fecha ha obtenido la correspondiente Mención de Calidad del Ministerio de Educación en todas sus convocatorias y ha representado la primera iniciativa a nivel mundial de estas características. En este programa de doctorado participan profesores de más de 15 Universidades y Centros de Investigación.

Iniciativas similares han ido surgiendo igualmente en Asia y América e incluso en algunos lugares de África. Las iniciativas han incluido la edición de libros de texto, el desarrollo de ensayos de laboratorio y cursos prácticos, la introducción de cursos de pregrado, escuelas de verano, simposios, mesas de trabajo de profesionales, etc.. Entre ellas podemos señalar el primer Máster en la Universidad de Monash y el primer doctorado en la Universidad de Massachussets en Lowell.

Desde la perspectiva de la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, parece claro que todas las iniciativas individuales consideradas anteriormente poseen limitaciones importantes, de modo que es preciso dar un paso significativo adelante para ser capaces de crear un sistema coherente de FORMACIÓN EN QUÍMICA SOSTENIBLE A UN NIVEL EUROPEO.

Este reto puede afrontarse a través de la cooperación de educadores, científicos e instituciones de diferentes países europeos que participan en las iniciativas anteriores, extrayendo el máximo partido posible de la experiencia adquirida en los últimos años con dichas iniciativas. Puesto que el nivel más crítico de formación es el que viene representado por los estudios

conducentes a la obtención de los grados de Master y Doctor, el objetivo central de nuestro esfuerzo es la consecución de un **PROGRAMA EUROPEO DE MASTER Y DOCTORADO EN QUÍMICA SOSTENIBLE**. La propuesta de estudios de posgrado que aquí se presenta debe entenderse, por tanto, como una etapa previa hacia la consecución de este objetivo. En la actualidad, la institución solicitante se encuentra coordinando las etapas previas del mismo. Los conceptos fundamentales de este programa han sido presentados y debatidos en distintos foros incluyendo la segunda conferencia internacional en Green Chemistry celebrada en Junio en Washington D.C. (USA) y han recibido el apoyo de distintas instituciones y grupos de trabajo.

A la vista de los antecedentes y de las iniciativas desarrolladas en diferentes países, incluido el nuestro, la conversión del actual programa interuniversitario con mención de calidad de Química Sostenible (química verde) en un programa de posgrado, de acuerdo con la nueva normativa, en Química Sostenible que incorpore tanto los títulos de Master como de Doctor, y con la perspectiva de liderar la creación del correspondiente programa Europeo, parece no solamente necesaria sino imprescindible si España desea seguir manteniéndose en los puestos de cabeza de la Industria Química.

2.2. Consideraciones sobre la demanda potencial de este tipo de estudios.

Algunas de las consideraciones que acabamos de hacer resultan claramente significativas en cuanto a justificar que la demanda presente y futura de estas enseñanzas es adecuada y de que existe una expectativa razonable de que esa demanda se va a mantener durante varios años.

Quizás el dato más significativo sea el claro posicionamiento de la Industria Química Europea a este respecto. La creación de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible a nivel europeo y también en nuestro país revela que el sector industrial ha asumido los planteamientos de la Química Sostenible como una necesidad fundamental para su trabajo futuro. En los próximos años no habrá industria química en Europa si no se adapta a los conceptos y principios de la Química Sostenible. Este hecho se hará cada vez más patente conforme progrese la implantación de una normativa común europea, en particular con la puesta en marcha del REACH, que generará un contexto legal que hará inviable cualquier otra alternativa.

Existe por tanto en la actualidad una fuerte demanda de titulados superiores con una formación específica en este campo, pero esta demanda ha de irse incrementando de modo constante en los próximos años. Debemos recordar, tal como ya hemos apuntado, que los datos de empleo en este sector son extraordinariamente significativos, con más de 30000 compañías en Europa que emplean directamente a 1.65 millones de personas. A nivel español, estos datos son también importantes, ya que el número de empresas del sector químico era de alrededor de 14000, incluyendo todos los sectores, en el año 2003 de acuerdo con la Encuesta Industrial de las Empresas. Las dos terceras partes de estas industrias son pequeñas y medianas empresas con menos de 20 empleados. El número de empleos que generan directamente estas empresas del sector químico se situaba en el 2004 en unas 160000 personas de acuerdo con la Encuesta de Población activa.

Encuesta de Población Activa (Rama de actividad: Industria Química)

miles de personas

	2000	2001	2002	2003	2004
Activos	173,9	183,3	191,7	170,2	161,2
Ocupados	164,5	172,8	181,6	162,4	154,2
Asalariados	160,4	170,5	176,7	157,6	149,0
Parados	9,4	10,4	10,0	7,8	7,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

La demanda previsible para estos estudios debe provenir de la existencia de estudiantes que deseen incorporarse al mercado laboral con objeto de cubrir las necesidades generadas en distintos ámbitos. En primer lugar, la demanda directa de la industria química de profesionales altamente cualificados en Química Sostenible capaces de incorporar los principios, técnicas y metodologías ya existentes o que se están desarrollando en estos momentos, a quehacer cotidiano de la empresa correspondiente. En segundo lugar, la necesidad de incorporar al ámbito de la investigación de jóvenes investigadores con una formación de base excelente en Química Sostenible capaces de afrontar los retos que representa el desarrollo de nuevos procesos, nuevas metodologías y nuevas técnicas cada vez más eficientes, más sostenibles y más respetuosos con el medio ambiente. En tercer lugar, no debe minusvalorarse una tercera necesidad a cubrir como es la de formar a los futuros formadores. Este aspecto debe considerarse, al menos, desde dos perspectivas diferentes. Por un lado la necesidad de establecer programas de formación y entrenamiento del conjunto del personal de la industria química que permitan transmitir los conceptos y metodologías básicas (o específicas según los casos) a la totalidad de los 1.65 millones de trabajadores implicados en el

sector. Por otro lado, hay que pensar que, en adelante, no será posible la enseñanza de la Química sin esta perspectiva de sostenibilidad, lo que sin duda hará que muchos de los estudiantes que deseen proseguir su carrera profesional en la enseñanza se sientan atraídos por este programa de posgrado. El diseño de las enseñanzas que componen el programa de posgrado se ha realizado de modo que pueda cubrir adecuadamente estas tres perspectivas.

Finalmente, es preciso considerar también un último elemento de demanda como es la incorporación de estudiantes de terceros países (fuera del ámbito de la UE). El desarrollo sostenible es un concepto global que no puede circunscribirse a una región geográfica concreta. Si la Química no se hace Sostenible a escala mundial, los esfuerzos que se realicen en Europa o en cualquier otra región no servirán para nada. Esto es especialmente significativo para los países en vías de desarrollo que están intentando poner en marcha una industria química a menudo con un coste medioambiental muy elevado. Consideramos por tanto que este Programa de Posgrado debe considerar desde un primer momento la incorporación de estudiantes procedentes de países en vías de desarrollo, de manera que Europa, y la medida correspondiente España y nuestra Comunidad, puedan llegar a liderar el desarrollo en Química Sostenible a escala mundial.

Dadas las perspectivas de este Programa de Posgrado a medio y largo plazo no resulta muy fácil realizar una cuantificación concreta de la demanda. Sin embargo, si nos centramos en la primera etapa, es decir la creación de un Programa de Posgrado interuniversitario de acuerdo con la normativa de la Generalitat Valenciana incorporando Universidades y Centros de toda España, sí que es posible realizar algunas estimaciones.

En primer lugar, está claro que la experiencia del Programa de Doctorado en Química Sostenible nos permite acumular ya algunos datos. Durante los años en que viene impartándose este Programa, la demanda ha sido constante, con una matrícula media de unos 20-30 estudiantes.

Estos números deben considerarse, lógicamente, como el sustrato mínimo que se mantendrá cuando se pase al Programa de Posgrado que contempla la impartición del título de Master y la consideración de otras perspectivas de salidas profesionales. Cabe pensar, por tanto, que la demanda real cuando se ponga en marcha el Programa de Posgrado debe duplicarse, como mínimo, con respecto a la del Programa de Doctorado.

Si bien, como se comentará en otro apartado, los estudiantes interesados en este Programa de Posgrado pueden poseer procedencias diversas en cuanto a sus titulaciones de grado, parece lógico considerar que la mayor parte de los estudiantes deben proceder de las titulaciones actuales de Licenciado en Química o Ingeniero Químico (o de las titulaciones equivalentes del nuevo grado oficial). A este respecto, debemos señalar que la demanda estudiantil en este conjunto de titulaciones se ha mantenido en unos niveles elevados durante la última década si exceptuamos el factor corrector provocado por el descenso de la natalidad en las generaciones que actualmente acceden a los estudios universitarios. Algunos datos significativos son los que se recogen en la tablas siguientes que muestran la evolución de los estudiantes de estas titulaciones en las Universidades de la Comunidad Valenciana y en el conjunto del Estado Español.

Los números que aparecen en dichas tablas revelan que el sustrato de partida es más que suficiente para garantizar el éxito, en cuanto a demanda, de este Programa de Posgrado en la etapa en que esté limitado a escala nacional. De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística, el número total de estudiantes de la Licenciatura en Química se situaba casi en los 23000, mientras que el número de estudiantes de Ingeniería Química se situaba en casi 12000. Los últimos años han permitido observar, sin embargo, un decline constante en el número de estudiantes matriculados en la Licenciatura en Química que, aun manteniendo unas cifras muy importantes ha llegado a ser preocupante en algunos casos. Parecen existir dos razones fundamentales para la comprensión de este fenómeno. La primera de ellas tiene que ver con las variaciones en natalidad experimentadas por las generaciones que están alcanzando actualmente la Universidad Española. Éste es un condicionante sobre el que no podemos actuar, que afecta de modo similar a la mayor parte de las titulaciones y que parece estar alcanzando su fondo en estos momentos. De hecho, en el año 2005 se ha podido observar, en la Universitat Jaume I, un cierto repunte en el número de estudiantes matriculados en primer curso. La segunda razón puede ser de mayor calado y con unas

consecuencias a más largo plazo. Se trata de la percepción social, transmitida a los estudiantes de bachillerato que deben elegir sus estudios universitarios, de que la Química es una Ciencia, una actividad en general, peligrosa y escasamente respetuosa con el medio ambiente. Sin duda este es un factor disuasorio para muchos estudiantes, pero sobre ella sí que podemos incidir desde las aportaciones de este Programa de Posgrado. Sin ninguna duda, la transmisión a nuestra sociedad de las perspectivas, contribuciones y posibilidades de la Química Sostenible mediante distintas actividades, entre las que se incluiría este Programa de Posgrado, debe ser capaz de modificar esta visión negativa que hemos señalado, incidiendo en un incremento de las vocaciones científicas entre los jóvenes españoles y europeos. Este cambio en la actitud social hacia la Ciencia representa una de las prioridades clave que la Unión Europea ha marcado dentro de sus programas de Ciencia y Tecnología.

Evolución del número de estudiantes matriculados

Matriculados		Curso					
Estudios	Titularidad	Universidad	2000	2001	2002	2003	2004
Ciencias Químicas	Pública	Alcalá de Henares	837	709	582		
		Alicante	812	733	679		
		Almería	327	295	264		
		Autónoma de Barcelona	795	825	846		
		Autónoma de Madrid	2.242	1.923	1.654		
		Barcelona	1.887	1.778	1.653		
		Burgos	574	464	346		
		Cádiz	813	723	637		
		Castilla-La Mancha	735	638	573		
		Complutense de Madrid	1.581	1.536	1.514		
		Córdoba	699	658	617		
		Coruña, A	879	762	681		
		Extremadura	445	404	359		
		Girona	482	433	385		
		Granada	1.509	1.316	1.114		
		Islas Baleares	297	284	256		
		Jaén	494	433	368		
		Jaume I de Castellón	642	633	664	652	601
		La Laguna	476	414	371		
		La Rioja	372	332	307		
		Málaga	788	686	592		
		Murcia	804	737	695		
		Oviedo	1.223	1.136	1.039		
		País Vasco	2.480	1.834	1.458		
		Rovira i Virgili	765	700	679		
		Salamanca	828	751	648		
		Santiago	1.182	1.071	934		
		Sevilla	1.566	1.559	1.386		
		U.N.E.D.	2.243	1.968	1.893		
		Valencia (Est. General)	1.448	1.398	1.317		
		Valladolid	897	748	662		
		Vigo	886	816	693		
		Zaragoza	1.678	1.491	1.290		
Total Pública		33.686	30.188	27.156	24.476	22.474	
	Privada	Navarra	244	224	203		
		Ramón Llull	256	214	195		
		San Pablo-CEU	158	118	80		
Total Privada		658	556	478	444	391	
Total Ciencias Químicas		34.344	30.744	27.634	24.920	22.865	
Ingeniería Química	Pública	Alicante	470	458	423		
		Almería	122	155	165		
		Autónoma de Barcelona	244	267	290		
		Barcelona	511	498	488		
		Cádiz	574	534	490		
		Cantabria	311	311	312		
		Castilla-La Mancha	344	351	357		
		Complutense de Madrid	527	540	540		
		Extremadura	260	297	306		
		Granada	666	685	705		
		Huelva	330	306	289		
		Jaume I de Castellón	484	484	494	434	370
		La Laguna	330	323	335		
		Málaga	507	526	492		
		Murcia	456	465	458		
		Oviedo	493	511	492		
		País Vasco	454	554	592		
		Palmas (Las)			28		
		Politécnica de Cataluña	295	370	393		
		Politécnica de Madrid			45		
		Politécnica de Valencia	512	531	552		
		Rey Juan Carlos	211	280	351		
		Rovira i Virgili	453	469	414		
		Salamanca	576	589	574		
		Santiago	430	462	473		
		Sevilla	261	329	390		
		Valencia (Est. General)	507	494	490		
		Valladolid	429	434	418		
		Zaragoza	512	535	545		
Total Pública		11.269	11.758	11.901	11.889	11.493	
	Privada	Alfonso X El Sabio	121	111	89		
		Ramón Llull	261	243	247		
Total Privada		382	354	336	313	266	
Total Ingeniería Química		11.651	12.112	12.237	12.202	11.759	
Total		45.995	42.856	39.871	37.122	34.624	

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística y Servicio de Planificación y Organización de la Universitat Jaume I

2.3. Consideraciones sobre la viabilidad económica del Programa de Posgrado

Al tratarse básicamente de la reconversión, de acuerdo con las directrices de la orden de 15 de Septiembre de 2005, de la Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia (2005/10494), de un programa de doctorado con la mención de calidad, cabe esperar que este proceso se lleve a cabo sin generar ningún coste adicional. Este hecho garantiza la viabilidad económica del Programa de Posgrado en Química Sostenible.

Los costes fundamentales de profesorado se encuentran ya asumidos en los PODs de las Universidades participantes. Aunque cabe esperar que en alguno de los módulos considerados participen de modo puntual expertos no pertenecientes a ninguna de estas instituciones, los costes correspondientes son poco significativos en su conjunto, de acuerdo con nuestra experiencia previa. Dado el carácter de programa interuniversitario, al igual que ocurría en el Programa de Doctorado correspondiente, los gastos de movilidad representan el componente mayoritario a considerar. No obstante, hasta la fecha ha sido posible asumir los mismos con cargo a las subvenciones correspondientes obtenidas del Ministerio y de la propia Universitat Jaume I. Estas subvenciones han permitido igualmente asumir los costes ordinarios de funcionamiento de los cursos. Puesto que el Programa de Doctorado ha estado renovando la Mención de Calidad sin problemas en todas las convocatorias, cabe pensar que dichas subvenciones seguirán existiendo también para el nuevo Programa de Posgrado.

En este mismo sentido la evolución del Programa hacia un Programa Europeo de Master y Doctorado en Química Sostenible debe pasar por la incorporación al programa Erasmus-Mundus que posibilite la movilidad tanto de estudiantes como de profesores.

3.- Objetivos que se persiguen en el Programa de Posgrado.

A la vista de lo anterior, pueden definirse los siguientes objetivos globales para el posgrado en Química Sostenible:

1. Definir la Química Sostenible y dar una visión de los desarrollos históricos que han dado lugar al desarrollo de la misma y de otros descubrimientos asociados.

2. Establecer los principios de la Química Sostenible y definir su implementación en la práctica de los procesos Químicos Industriales.

3. Definir las herramientas y las áreas generales de trabajo de la Química Sostenible. Se presentan las siguientes áreas : i) Empleo de materiales de partida renovables, ii) Economía atómica, iii) Empleo de disolventes más limpios (disolventes en condiciones supercríticas, química en agua, reacciones sin disolvente, etc.), iv) Condiciones de reacción alternativas (microondas, electroquímica), v) Catálisis: catalizadores ácido -base, catalizadores red-ox, *imprinting* de catalizadores sólidos etc., vi) Biocatálisis: procesos catalizados por enzimas o células enteras, empleo de organismos modificados genéticamente, vii) Foquímica y fotocatalisis, viii) Polímeros biodegradables y su uso en procesos químico.

4. Reconocer la toxicidad/peligro como una propiedad física/estructural que puede ser diseñada y manipulada.

5. Presentar ejemplos de Procesos Industriales donde se cumplen los principios de la Química Sostenible.

6. Familiarizarse con las tendencias actuales de la química verde para poder realizar un análisis crítico sobre el "grado de cumplimiento de los postulados de la Química sostenible en un determinado proceso industrial.

De acuerdo con estos objetivos, un estudiante al acabar los estudios del Programa de Posgrado en Química Sostenible debe poseer un conocimiento avanzado de los conceptos generales arriba reseñados de Química Sostenible, así como de las principales técnicas y metodologías implicadas. Aunque el estudiante pueda haber realizado una intensificación específica en alguna dichas técnicas y metodologías, se espera que al acabar sus estudios disponga al menos de un conocimiento suficiente de la mayor parte de ellas. Del mismo modo, un estudiante que finalice este Programa de Posgrado debe poseer, entre otras, las siguientes aptitudes y destrezas:

- Evaluar el grado de sostenibilidad de un proceso químico o reacción química
- Evaluar el grado de riesgo de un proceso/reacción química y la toxicidad de los compuestos implicados
- Ser capaz de trabajar experimentalmente con una o varias de las siguientes técnicas:
 - Biotransformaciones
 - Trabajo con disolventes no convencionales (líquidos iónicos, fluidos supercríticos...)
 - Transformaciones catalíticas.
 - Empleo de técnicas alternativas para el suministro de energía en procesos químicos (electroquímica, fotoquímica, irradiación por microondas, ultrasonidos...)

- Diseñar la modificación de un proceso químico existente con objeto de mejorar su impacto ambiental y la sostenibilidad del mismo

- Diseñar nuevos productos en función de la sostenibilidad tanto del proceso de fabricación como de los procesos que los utilicen

- Diseñar nuevos procesos químicos para la preparación de un determinado compuesto con objeto de optimizar la sostenibilidad de los mismos.

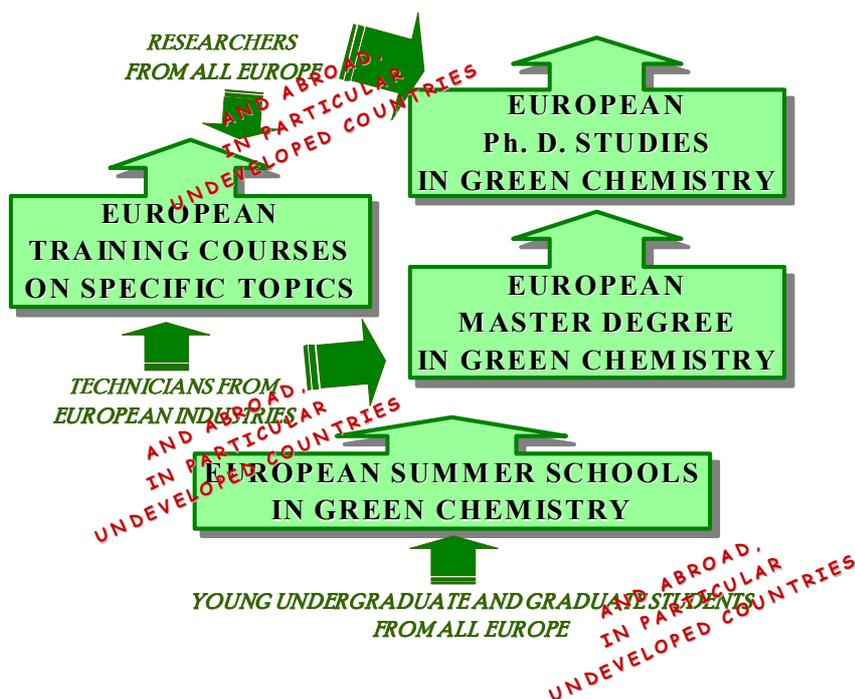
4. Consideraciones sobre los estudiantes

4.1. Estudiantes a los que se dirige el Programa de Posgrado en Química Sostenible

De un modo general, el Programa de Posgrado en Química Sostenible se ha diseñado de modo que pueda cumplir las expectativas de dos tipos de participantes con orígenes claramente diferenciados.

El primer nivel de participantes se corresponde con los estudiantes recién graduados (e incluso, de acuerdo con el decreto estatal de estudios de posgrado, estudiantes sin completar sus estudios de grado) en las titulaciones de Licenciado en Química, Ingeniería Química u otras titulaciones afines. En algunos casos cabe esperar incluso que manifiesten interés en entrar al programa estudiantes con un nivel limitado de conocimientos en el área de la Química, lo que ha sido tenido en cuenta en el diseño del programa. Los estudiantes de este nivel pueden abandonar el Programa una vez alcanzado el grado de Master o, alternativamente, pueden estar interesados en completar el grado de Doctor en Química Sostenible.

El segundo nivel de participantes que podemos esperar es el de los profesionales de la Química (o áreas afines). Bajo esta denominación consideramos tanto a los investigadores en activo en Instituciones o empresas como a los técnicos superiores que se encuentran desarrollando su labor en una compañía del sector. Si consideramos el esquema global de formación en Química Sostenible que hemos visto anteriormente, parece lógico que los profesionales no presenten un interés especial en la asistencia a los cursos de verano, aunque, por el contrario, pueden ser de gran interés para ellos los cursos de formación focalizados sobre temas específicos que les atañen muy directamente. No obstante, si estos profesionales se plantean la necesidad de una formación más completa en Química Sostenible es razonable que se integren directamente en los estudios de Master. En el caso de los investigadores su interés podría ser el de obtener el grado de Doctor puesto que este grado es el que formalmente capacita al mayor nivel para la investigación. En el caso de los técnicos su interés se centrará, probablemente, en el grado de Master que les permitirá alcanzar un elevado nivel de cualificaciones técnicas capaz de promocionar sus expectativas profesionales.



Desde un punto de vista geográfico, en la etapa inicial que ahora nos planteamos, cabe esperar que nuestros estudiantes procedan toda España, tal como viene ocurriendo hasta ahora en el Programa de Doctorado. Estos estudiantes deben provenir no sólo de las Universidades implicadas en el Programa interuniversitario de Posgrado sino también de otras Universidades, instituciones y empresas. A este respecto debemos señalar que, en la actualidad, aproximadamente la mitad de los estudiantes de doctorado que se han matriculado en la Universitat Jaume I dentro del

Programa de Doctorado de Química Sostenible no han sido licenciados por esta Universidad. Del

mismo modo, el número total de estudiantes provenientes del mundo empresarial ha sido también muy significativo para este tipo de estudios.

No obstante, si consideramos una perspectiva más amplia, la del Programa Europeo de Posgrado en Química Sostenible, hay que tener en cuenta que el Programa pretende cubrir las necesidades de formación en este ámbito a través de toda Europa. Adicionalmente, y tal como hemos comentado anteriormente, si pretendemos alcanzar un liderazgo europeo en este campo la iniciativa tiene que estar abierta a cualquier otra región geográfica y muy en particular a la incorporación de estudiantes procedentes de países en vías de desarrollo. A este respecto, debemos señalar que también el Programa de Doctorado en Química Sostenible, a pesar de su corta trayectoria, tiene experiencia en la formación de estudiantes procedentes de áreas geográficas menos favorecidas (Perú, Marruecos) y se mantienen contactos para establecer los correspondientes convenios de colaboración con instituciones de otros países como Argelia, Etiopía, Egipto y otros países de la cuenca mediterránea y de Iberoamérica.

4.2. Sistema de admisión de los estudiantes.

Como es lógico, la primera etapa del proceso es la solicitud de admisión por parte de un estudiante al Programa de Posgrado. La solicitud correspondiente debe llegar al director del programa (si es posible electrónicamente) y debe contener información sobre el curriculum académico, los intereses y las expectativas del estudiante. Puesto que se trata de un Programa Interuniversitario, la solicitud debe contener también una indicación sobre la Universidad/Institución que desearía considerar como su Universidad/Institución matriz, así como, si procede, el profesor/investigador que desearía que actuase como su tutor.

Los procesos de admisión y selección, en su caso, serán realizados por una Comisión Académica del Programa de Posgrado en Química Sostenible. Una vez recibidas las solicitudes, el director las reenviará a los miembros adecuados de la Comisión Académica que analizarán las solicitudes y decidirán, después de realizar todos los contactos necesarios, sobre la admisión y asignarán un tutor a los estudiantes admitidos. En caso de recibir un número de solicitudes superior al límite considerado en el Programa, la Comisión Académica será responsable del proceso de selección basado en los siguientes criterios:

- i) Curriculum vitae del solicitante, incluyendo:
 - a) calificaciones obtenidas en los estudios de grado
 - b) nivel general de conocimientos en Química/Ingeniería Química y campos afines
 - c) Experiencia profesional académica/no académica en el campo
- ii) Distribución regional de los estudiantes. Si fuese necesario la Comisión Académica podrá establecer un número mínimo/máximo de estudiantes por cada Institución participante, de modo que se garantice, por ejemplo, que cada una de estas Instituciones puede aportar al menos un estudiante al Programa de Posgrado.
- iii) Un porcentaje del número total de plazas se reservará para estudiantes procedentes de países en vías de desarrollo (al menos un 10 %).
- iv) Un porcentaje del número total de plazas se reservará para estudiantes que estén desarrollando una actividad profesional en el campo de la Química, con objeto de facilitar el objetivo de formación permanente de nuestros profesionales (lifelong learning en la terminología de la UE) (al menos un 10%).

v) Si el número de solicitudes provenientes de países en vías de desarrollo o de profesionales que posean los requisitos mínimos requeridos es menor que los límites considerados en iii y iv, las plazas vacantes se incorporarán al cupo general de estudiantes de acuerdo con lo establecido en i.

En el momento actual, consideramos que el Programa de Posgrado debe establecer un número máximo de admisiones de 40-50 estudiantes.

Una vez recibida la admisión, el estudiante contactará con el tutor correspondiente y analizará, de acuerdo con su curriculum e intereses y teniendo en cuenta la planificación existente de los cursos, los cursos en los que debe matricularse.

Alguno de los cursos podrá plantear la necesidad de prerequisites. Algunos de los cursos, incluso, podrán organizarse de un modo secuencial. Estos criterios se harán públicos con antelación a la matrícula en la web del Programa. Para garantizar el cumplimiento de estos procesos, la matrícula en un determinado curso deberá contar con el visto bueno del tutor correspondiente, con el fin de garantizar que el estudiante posee los conocimientos de base suficiente así como los prerequisites correspondientes.

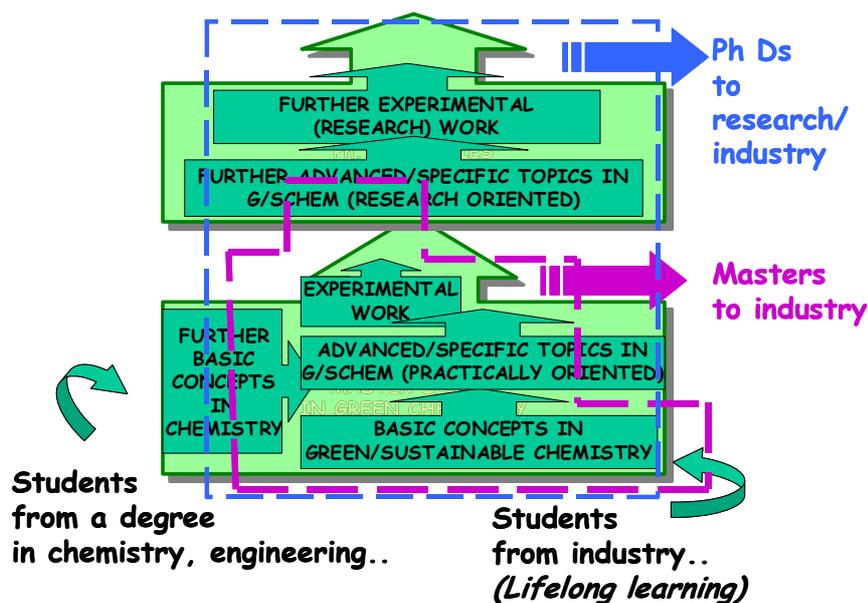
5. Diseño del Programa de Posgrado en Química Sostenible

Ya hemos repetido anteriormente que la presente propuesta de Programa Internuniversitario de Posgrado en Química Sostenible representa una etapa intermedia en la elaboración de una propuesta de un Programa Europeo de Posgrado en Química Sostenible. Puesto que el diseño global del plan de estudios se ha hecho de acuerdo con esta perspectiva, presentaremos primero los conceptos generales sobre los que se basa el diseño del Programa, considerando incluso la situación una vez que se modifiquen los correspondientes programas de grado. En un segundo nivel presentaremos la adaptación que proponemos a la situación actual regulada por la orden del 15 de Septiembre.

5.1. Diseño global de un Programa de Posgrado en Química Sostenible con una perspectiva a largo plazo y considerando una dimensión Europea

5.1.1. Diseño Global

Para tener éxito en un Programa de Posgrado como el que aquí se presenta, la base fundamental es llevar a cabo un diseño completamente modular que posea una completa flexibilidad horizontal y vertical de modo que pueda acomodar sin problemas las diferentes necesidades y niveles de partida de los estudiante y evolucionar fácilmente en el futuro en función de los requisitos de la industria y de la ciencia.



A partir del esquema global de educación en Química Sostenible que hemos representado anteriormente, y considerando los niveles de formación más elevados (Master y Doctorado) que son en los que estamos interesados en esta propuesta, el primer nivel de modularidad vendría representado por el siguiente esquema.

En este esquema, los conceptos y temas que serán objeto de los cursos concretos han sido agrupados en cuatro

categorías:

1. Conceptos Básicos Complementarios en Química
2. Conceptos Básicos en Química Sostenible/Verde
3. Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación profesional

4. Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación hacia la investigación

Además de estos cuatro bloques temáticos, se han considerado dos trabajos experimentales. El primero se sitúa dentro del grado de Master y se correspondería con el Proyecto final de Master. El segundo se sitúa como un requisito para la obtención del grado de Doctor y es equivalente a la tesis doctoral actual.

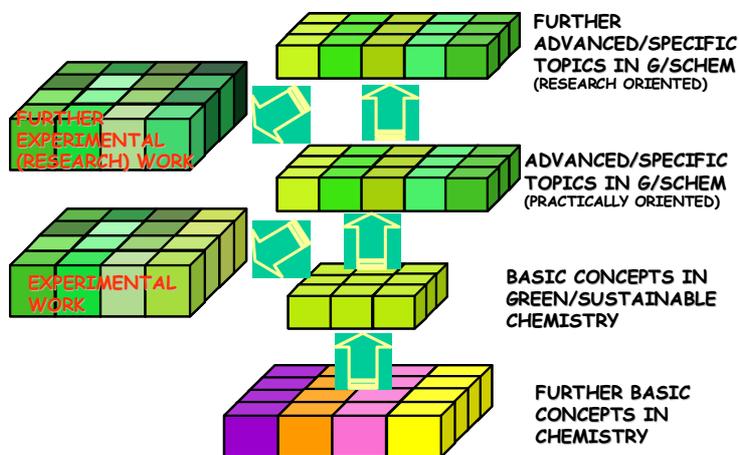
El primer bloque temático de cursos (Conceptos Básicos Complementarios en Química) pretende complementar la base de conceptos de Química e Ingeniería Química de cada uno de los estudiantes de una manera individualizada, de modo que se alcance un nivel razonable de homogeneidad entre los estudiantes.

El segundo bloque (Conceptos Básicos en Química Sostenible/Verde) agrupa los cursos y materias más básicos en el campo y pretende proporcionar al estudiante una visión general, de conjunto, de la Química Sostenible.

La tercera categoría conceptual considerada (Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación profesional) desarrollará en más detalle y profundidad algunos de los temas considerados en la segunda categoría, pero con una focalización muy específica hacia sus aplicaciones prácticas. Un estudiante que esté interesado en obtener el grado de Master sin continuar sus estudios hacia la obtención del grado de Doctor se espera que seleccione preferentemente (pero no exclusivamente) este tipo de conceptos y temas avanzados.

La cuarta categoría (Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación hacia la investigación) es similar a la tercera pero considerando con mayor detalle el conocimiento básico necesario para continuar la investigación en estos ámbitos. Naturalmente, este tipo de materias están pensadas preferentemente (pero no de modo exclusivo) para los estudiantes que están interesados en obtener el grado de Doctor en Química Sostenible.

Cada uno de estos bloques temáticos está diseñado, a su vez, de una manera modular. Así, una representación más aproximada del Programa sería la que se muestra, en la que cada cubo representa un curso específico y donde los distintos cursos se han coloreado de acuerdo con sus posibles afinidades temáticas.

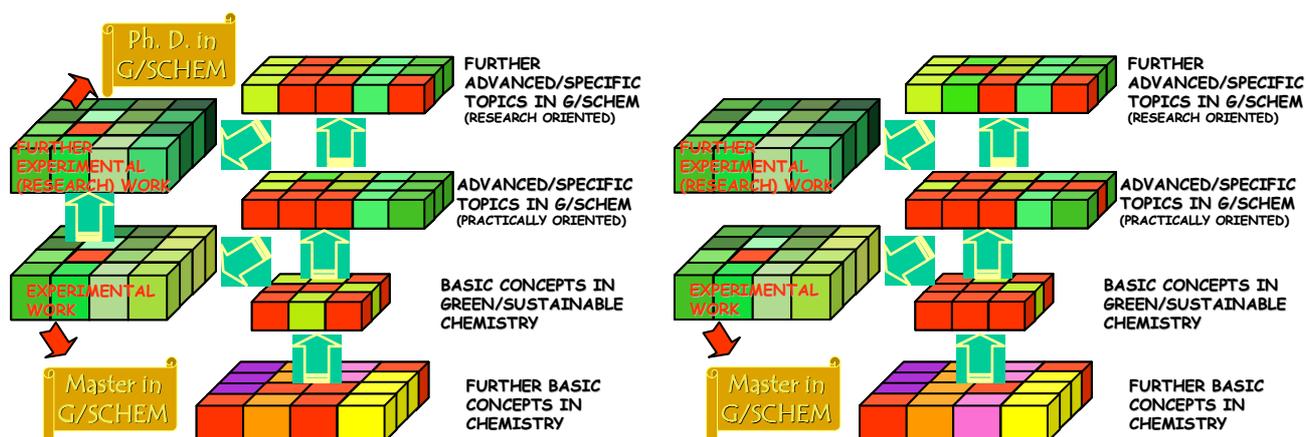


Programa sería la que se muestra, en la que cada cubo representa un curso específico y donde los distintos cursos se han coloreado de acuerdo con sus posibles afinidades temáticas.

De acuerdo con este diseño modular, resulta fácil diseñar diferentes itinerarios para las distintas necesidades y puntos de partida de los estudiantes.

Así, por ejemplo, en el caso general de un estudiante que desee obtener un grado de Master con una

fuerte proyección profesional y que disponga de un nivel de base suficiente en Química, podríamos considerar un itinerario similar al que se acompaña, en el que se han marcado en rojo los cursos seleccionados. En este caso sólo se requerirían unos pocos cursos complementarios de la primera categoría y la mayor parte de las materias avanzadas se seleccionaría dentro de la tercera categoría de materias (Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación profesional) con un enfoque claramente aplicado. Una situación diferente se plantea en el caso de un estudiante que desea obtener un Doctorado en Química Sostenible, aunque pudiendo obtener también, como ocurrirá en muchos casos, el grado de Master. En este caso cabe esperar que el número de cursos complementarios de la primera categoría requeridos por el estudiante sea mayor, al igual que ocurrirá con los créditos obtenidos dentro de la cuarta categoría de materias orientadas hacia la investigación. Estos dos casos se ilustran en los esquemas siguientes. En cualquier caso, el papel del tutor debe de ser crucial a la hora de guiar la selección de cursos por parte del estudiante y caben numerosas posibilidades adicionales en cuanto a la construcción de itinerarios.



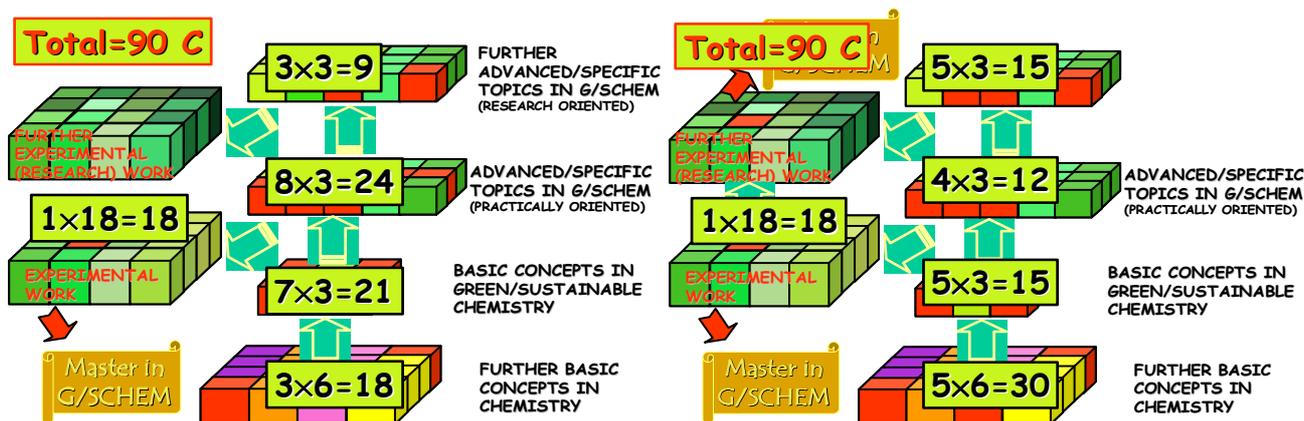
5.1.2. Modulación de los cursos y Contenidos de las enseñanzas

Dentro de la perspectiva a medio plazo que estamos siguiendo en este apartado, hemos considerado que la obtención del grado de Master en Química Sostenible requerirá el superar un total de 90 créditos (ECTS). Estos 90 créditos incluyen todas las actividades de enseñanza que puedan diseñarse: clases magistrales, cursos prácticos, trabajo experimental, etc. Naturalmente, la asignación final del número de créditos necesarios dependerá de la organización definitiva de los estudios de grado, de modo que, por ejemplo, si el contenido de dichos estudios requiriera exclusivamente el completar 180 créditos sería necesario ampliar la oferta del Programa de Posgrado hasta los 120 créditos de manera que la formación final de los graduados correspondientes fuera adecuada y existiera la posibilidad de alcanzar los 300 créditos necesarios para un estudiante que deseara proseguir hasta obtener el grado de Doctor.

En este contexto, la modulación considerada para los cursos es la siguiente:

- a) Cursos complementarios en Química (primera categoría): 6 créditos (ETCS). De un modo aproximado y teniendo en cuenta una estructura semestral, esto corresponde a cursos impartidos durante 3 horas a la semana durante un semestre.
- b) Cursos Básicos o Avanzados en Química sostenible (categorías dos, tres y cuatro): 3 créditos (ETCS) Puesto que se espera que dichos cursos se impartan de manera intensiva, no resulta fácil convertir estos créditos en horas. No obstante se considera que cada uno de estos cursos/módulos se impartirán de manera intensiva en un periodo de aproximadamente 10 días.
- c) Proyecto de fin de Master: 18 créditos (ECTS). La naturaleza de este trabajo experimental se detallará más adelante.

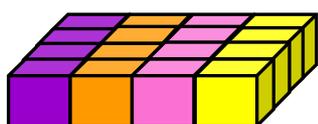
Teniendo en cuenta esta modulación, los dos ejemplos considerados anteriormente quedarían como se muestra a continuación.



Así, el estudiante con una orientación práctica y un nivel suficiente en Química obtendría el grado de Master después de superar 18 créditos de materias complementarias en Química, 21 créditos de conceptos básicos en Química Sostenible, 24 créditos de materias avanzadas orientadas profesionalmente y 9 créditos de materias avanzadas orientadas hacia la investigación, además de los 18 créditos del Proyecto de fin de Master. En el segundo caso, el estudiante que desea obtener ambos grados de Master y Doctor, la distribución es algo diferente. Se han considerado 30 créditos de materias complementarias de Química suponiendo un nivel de partida inferior, 15 créditos de cursos básicos, 12 créditos de materias avanzadas con orientación profesional y 15 créditos de materias avanzadas con orientación hacia la investigación, junto con los 18 créditos del trabajo de fin de Master. Debe señalarse que no se asigna ninguna modulación en créditos al trabajo experimental de la tesis doctoral.

Para el diseño de los contenidos, la primera regla que debemos tener presente es que los contenidos son más importantes que los nombres. Esto es importante ya que en un programa interuniversitario las distintas regulaciones, tradiciones, etc, pueden llevar a que contenidos similares puedan llegar a enseñarse bajo denominaciones diferentes. Esto será particularmente significativo en las enseñanzas impartidas en la Institución matriz.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de señalar, los contenidos fundamentales que deberán incluirse en la primera categoría, Conceptos Básicos Complementarios en Química, podrían agruparse bajo las siguientes denominaciones:



**FURTHER BASIC
CONCEPTS IN
CHEMISTRY**

Structural determination
Separation Technologies
Further concepts in Chemical Engineering and Industrial Chemistry
Further concepts in Applied Physical Chemistry
Further concepts in Organic Chemistry and Organic Synthesis
Further concepts in Analytical methodologies
Further concepts in Inorganic Chemistry
Further concepts in Materials Science and Chemistry of Materials
Further concepts in Biology and Biochemistry
....and others

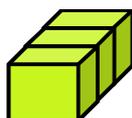
Dentro de esta misma categoría, y junto con los que denominaríamos “actividades académicas clásicas” como son las lecciones magistrales o los cursos prácticos, debe tenerse en cuenta la necesidad de incluir una serie de complementos individuales específicos de formación desarrollados mediante el trabajo personal

del estudiante bajo la dirección de su tutor. Esto permitiría afrontar mejor la posible heterogeneidad de conocimientos de partida de los nuevos estudiantes. Este tipo de actividades se considerarían al mismo nivel que uno de los cursos dentro de esta categoría.

Los contenidos pertenecientes a las otras tres categorías de cursos los hemos agrupado en varios conjuntos temáticos de acuerdo con sus afinidades conceptuales. A cada uno de los contenidos se le ha asignado detrás una letra entre paréntesis que indica su pertenencia a una u otra categoría. Para ello hemos utilizado la terminología inglesa (teniendo en cuenta la perspectiva europea de este Programa) de tal manera que los contenidos correspondientes a cursos de la segunda categoría, Conceptos Básicos en Química Sostenible/Verde, se identifican con el uso de una **B** (Basic), los de la tercera categoría, Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación profesional, con una **P** (Practical), y los de la cuarta categoría, Conceptos y Temas Avanzados en Química Sostenible/Verde con una orientación hacia la investigación, con una **R** (research).

Así, el primer conjunto temático considerado es el de los Disolventes Verdes, es decir, con el uso de disolventes más benignos con el medio ambiente, menos tóxicos y peligrosos.

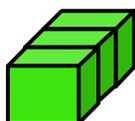
En este caso, parece apropiado incluir un curso general sobre disolventes benignos de carácter básico (**B**) racionalizando los principios generales de sustitución en este campo y dando una visión general de las distintas alternativas existentes. Esta visión general podría completarse posteriormente con uno o varios cursos avanzados que incidiesen sobre alguno de los tópicos considerados como líquidos iónicos o líquidos supercríticos. Para el establecimiento de los cursos correspondientes en esta segunda etapa sería siempre necesario la necesidad de establecer tanto cursos de carácter profesional (**P**) como orientados a la investigación (**R**).



GREEN SOLVENTS

- General concepts (**B**)
- Reactions in water (**R**)
- Ionic Liquids (2 courses: **P+R**)
- Supercritical Fluids
- Fundamental properties (**R**)
- Reactions in SCFs (**P**)
- Extractions (**P**)

El segundo conjunto temático es de la Ingeniería Química Sostenible/Verde. Los contenidos



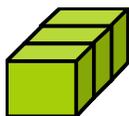
GREEN CHEMICAL ENGINEERING

- Process intensification (**P**)
- Green Metrics (**B**)
- Reactor Design and evaluation (**R**)
- High Pressure Chemistry (**P**)
- Green Approaches to Materials preparation (**P**)
- On-line monitoring (**R**)
- Waste management (**P**)

de este apartado contemplarían la Intensificación de procesos, el diseño específico de reactores y procesos desde esta perspectiva, la Química a alta presión, las métricas para la evaluación de la sostenibilidad de un proceso o reacción

química, el desarrollo de materiales desde una perspectiva sostenible, la monitorización in situ de procesos y la gestión de residuos.

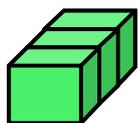
Un apartado adicional correspondería a la Catálisis Sostenible/Verde. Además de un curso general sobre Catálisis (**B**), otros contenidos que se incluirían aquí serían la catálisis ácido-base, los catalizadores de oxidación, la catálisis enantioselectiva, las



GREEN CATALYSIS

- General concepts of catalysis (**B**)
- Acid-Base Catalysis (**P**)
- Oxidation Catalysis (**P**)
- Enantioselective Catalysis (**B**)
- Zeolites and related catalytic materials (**R**)
- Supported Enantioselective transformations (**R**)
- Industrial catalytic applications (**P**)

zeolitas y materiales catalíticos relacionados, los procesos catalíticos enantioselectivos con sistemas soportados y las aplicaciones catalíticas de carácter industrial.



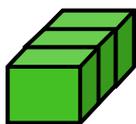
ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY

General bases (B)
Electrochemistry (two courses: P+R)
Photochemistry (two courses: P+R)
Fuell-cells (P)
Microwaves assisted Chemistry (R)
Ultrasound assisted Chemistry (R)

El cuarto conjunto estaría relacionado con las Fuentes Alternativas de Energía, y además de los conceptos generales se considerarían conceptos avanzados como la electroquímica, la fotoquímica, las pilas de combustible, la Química

asistida por microondas y la Química asistida por ultrasonidos.

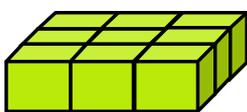
El último conjunto considerado aquí sería el de las biotransformaciones. En este apartado, además de un curso básico de carácter general, habría que incluir otros contenidos como el uso de enzimas en Química, el uso de células y microorganismos en transformaciones química y otros conceptos relacionados con la biotecnología.



BIOTRANSFORMATIONS

Biotransformations (B)
Biotechnology (R)
Enzymes in Chemistry (P)
Cells and Microorganisms in Chemistry (P)

Finalmente, existen toda una serie de tópicos de interés para la formación en este campo que no se ajustan a ninguna de las categorías anteriores. Dichos contenidos incluirían conceptos de toxicología, Química Ambiental, Evaluación de Riesgos, Higiene ambiental y laboral, Legislación medioambiental, Economía y sostenibilidad, Química supramolecular para el diseño eficiente de moléculas y materiales funcionales, etc, así como dos cursos generales, uno sobre los conceptos generales de Química Verde/Sostenible y el segundo sobre Aplicaciones industriales de la Química Verde/Sostenible. Este último tópico posee tanto elementos para su clasificación como básico o como profesional.



OTHER ISSUES

General concepts of Green/Sustainable Chemistry (B)
Renewable Raw Materials (B)
Industrial applications of Green Chemistry (B)
Toxicology (B)
Envirnmental Chemistry (B)
Risk and Hazard analysis (P)
Legislation (P)
Economy and Sustainability (P)
Facilitated Chemistry (B)
Supramolecular Chemistry: molecules with functional economy (B)
Laboratory training on Green Chemistry methodologies (B)

Dentro de este apartado, sería también aconsejable incluir un laboratorio experimental sobre metodologías sostenibles que cubriera un rango suficientemente amplio de técnicas (uso de líquidos

iónicos, reacciones en agua, trabajo con líquidos supercríticos, utilización de catalizadores reutilizables, empleo de irradiación por microondas...). Un curso de estas características será altamente dependiente de las infraestructuras existentes, pero, en la mayor parte de los casos, su puesta en marcha no debe representar un problema para las instituciones involucradas. Los esfuerzos que se han realizado en distintos lugares (USA, Alemania...) para desarrollar cursos de laboratorio para los currícula de Licenciado en Química pueden utilizarse como material de partida para elaborar los contenidos concretos de este laboratorio.

En todo caso debemos tener siempre presente que los contenidos que acabamos de enumerar dentro de los distintos apartados no necesariamente tienen que corresponderse con cursos individuales en el Programa de Posgrado. En muchos casos puede ser conveniente agrupar varios de dichos contenidos dentro de un único curso.

5.1.3. Organización de los cursos

Un Programa de Posgrado en Química Sostenible con unos requerimientos de 90 créditos ECTS para obtener el grado de Master requerirá al menos de un programación a lo largo de un año y medio. No sería descabellado, incluso el considerar la organización del Programa a lo largo de dos cursos académicos completos. Las actividades que debe seguir el estudiante para completar el Programa serían las siguientes:

- a) Cursos impartidos en su Institución matriz.
- b) Cursos impartidos en una o varias sedes comunes
- c) Trabajo personal y otras actividades individuales (“extra académicas”)
- d) Trabajo experimental (trabajo de fin de Master y/o tesis doctoral)

Teniendo en cuenta el planteamiento que venimos realizando, parece razonable asumir que el estudiante recibirá hasta 42 créditos en la Institución matriz, mientras que seguirá un total de 30 créditos en las sedes comunes en dos periodos intensivos de 15 créditos cada uno. No obstante, es preciso tener en cuenta que esta distribución de créditos entre la Institución matriz y las sedes comunes debe considerarse siempre de un modo flexible que necesitará adaptarse a las características personales de cada estudiante. Estos créditos provenientes de cursos junto con los 18 créditos asignados al Trabajo de Fin de Master completarían los 90 créditos necesarios para obtener el grado de Master. Por otro lado, un estudiante que sumando los 300 créditos necesarios entre su grado y los estudios de posgrado podría continuar directamente con su tesis doctoral para obtener el grado de doctor. Nuestra perspectiva es que, en general, el estudiante proseguirá con su tesis doctoral, para obtener el grado de doctor, una vez completados los estudios de Master.

En este contexto, en la perspectiva del año 2010, cada Institución académica participante deberá ser capaz de organizar una oferta válida para el Programa de Posgrado de al menos 42 créditos. Estos créditos corresponderán fundamentalmente a los cursos/contenidos de la primera categoría (Conceptos Básicos Complementarios en Química). La organización de estos cursos no debe ser problemática, ya que muchos de ellos serán comunes para cualquier tipo de Programa de Posgrado que la Universidad organice dentro del ámbito de la Química o de la Ingeniería Química. La Institución matriz también podrá ofertar cursos del Programa pertenecientes a las otras categorías en función de sus recursos humanos y de infraestructura. Sin embargo, en este caso se limitará estrictamente el número de cursos que siendo impartidos en una sede común se impartan también en una Institución. De modo general creemos conveniente que aquellos cursos que se impartan en una sede común sean seguidos por los estudiantes en ella y se eviten repeticiones que no sean absolutamente necesarias. Por otro lado, debemos incluir aquí, entre estos 42 créditos, los créditos que pueden ser convalidados por actividades personales como el trabajo individual dirigido por el tutor o la asistencia a cursos, seminarios, conferencias, etc dentro del campo de la Química

Sostenible. La validación de todas estas actividades será responsabilidad del tutor correspondiente quien deberá informar a la Comisión Académica del Programa.

En general, los cursos organizados por cada Universidad se adaptarán a la organización estándar y a la regulación de cada Universidad. Es razonable asumir que esto puede generar algún grado de inhomogeneidad, por ejemplo en el tamaño (número de créditos) de alguno de los cursos. Esto no debe representar ningún problema. Sin embargo, tal como hemos venido señalando, resulta mucho más importante la homogeneidad en los contenidos. Para garantizar esta última, el responsable/coordinador del Programa en cada Institución enviará la propuesta de oferta académica de la misma a la Comisión Académica del Programa que la validará o hará los comentarios y sugerencias pertinentes. Este proceso requiere establecer unas fechas límite para la organización de las actividades en cada Institución con suficiente antelación con respecto al comienzo del curso académico.

El convenio firmado entre las distintas Instituciones participantes deberá incluir un apartado que considere la convalidación automática de los curso y créditos completados en otra de las Instituciones participantes, así como la posibilidad de que sus estudiantes sigan un determinado curso en cualquiera de las Instituciones que lo oferten.

La organización de los cursos para completar 30 créditos en las sedes comunes de manera intensiva requiere considerar dos periodos separados de 3 semanas. Teniendo en cuenta la equivalencia en créditos presenciales de los créditos ECTS, completar 15 créditos ECTS requiere que el estudiante esté presente en las correspondientes clases durante 6 horas al día a lo largo de 17 días ($17 \times 6 = 102$; $102 \times 3/2 = 153$). Ello puede requerir el incluir actividades lectivas durante los sábados si se pretende no extenderse más allá de las 3 semanas.

Con objeto de favorecer la máxima flexibilidad para la asignación del profesorado y para los propios estudiantes, se procurará organizar los cursos de modo que la duración de un único curso no abarca el periodo completo de tres semanas. De acuerdo con esto, se asignarán periodos diarios de 2-3 horas a cada curso de modo que cada uno de ellos se pueda completar en 7-10 días lectivos. Este tipo de organización es importante para poder garantizar la participación en las sedes comunes de los mejores expertos dentro de cada especialidad, lo que serían esencialmente imposible si se les solicitase participar durante un periodo de clases prolongado.

5.1.4. Evaluación.

Con la perspectiva de garantizar la calidad del conjunto del sistema, se requiere el establecer algunas reglas comunes para la evaluación de los cursos. En general, podemos considerar que las actividades y cursos realizados en las Instituciones matriz se adaptarán a las regulaciones, usos y tradiciones de cada Institución. Sería conveniente, sin embargo, que la metodología pertinente fuera validada por la Comisión Académica, al mismo tiempo que la oferta académica de cada Institución. Para los cursos que se lleven a cabo en las sedes comunes, cabe esperar un mayor grado de homogeneidad. En este caso se requerirá tanto la evaluación del trabajo personal del estudiante como la realización de algún tipo de prueba objetiva. De acuerdo con nuestra experiencia con el Programa de Doctorado en Química Sostenible actual, la realización de pruebas objetivas in situ resulta muy complicada cuando el periodo de clases es intensivo, tal como se considera aquí. Esto implica que deberemos ser capaces de desarrollar un sistema de evaluación a distancia. Esto puede organizarse desde la perspectiva del diseño apropiado de una página web del Programa.

5.1.5. Trabajos Experimentales. Trabajo de fin de Master.

En el conjunto del Programa de Posgrado en Química Sostenible se contemplan dos tipos de trabajos experimentales. El primero de ellos es el requerido para la obtención del grado de Master, el Trabajo de Fin de Master, mientras que el segundo es el requisito fundamental para la obtención del grado de Doctor, la tesis doctoral. No se consideran aquí diferencias importantes entre el sistema actual y el futuro en lo que se requiere a la tesis doctoral, que requiere un periodo prolongado de investigación sobre un tema original. No entraremos a analizar con detalle los contenidos de la Tesis Doctoral, aunque debe garantizarse que el campo general de investigación entra dentro del campo de la Química Sostenible.

Por lo que se refiere a los 18 créditos que configuran el Trabajo de Fin de Master necesarios para la obtención de este grado, se considerarán varias alternativas con objeto de prever las distintas características de los estudiantes del Programa.

- a) Una estancia investigadora en una de las instituciones participantes en el Programa, trabajando en un tema específico dentro del área general de Química Sostenible/Verde. La longitud de dicha estancia debe ser suficiente como para garantizar la coherencia del trabajo realizado. En principio cabe estimar para este tipo de trabajos una duración de 2-3 meses a tiempo completo o su equivalente a tiempo parcial. Este es el tipo de Trabajo de Fin de Master que sería lógico considerar para los estudiantes que desean continuar completando una tesis doctoral.
- b) Una estancia práctica en una compañía o institución que involucre el desarrollo o aplicación de estrategias de Química o Ingeniería Sostenibles.
- c) Un trabajo bibliográfico de suficiente entidad que considere:
 - i) El estudio en detalle de un caso concreto desarrollado con éxito (o sin él) a nivel industrial, con un análisis completo del mismo y de los puntos fuertes y débiles.
 - ii) El diseño de la implementación desde la perspectiva de la Química Sostenible de un proceso industrial dado, con un análisis completo de los diferentes factores del diseño.

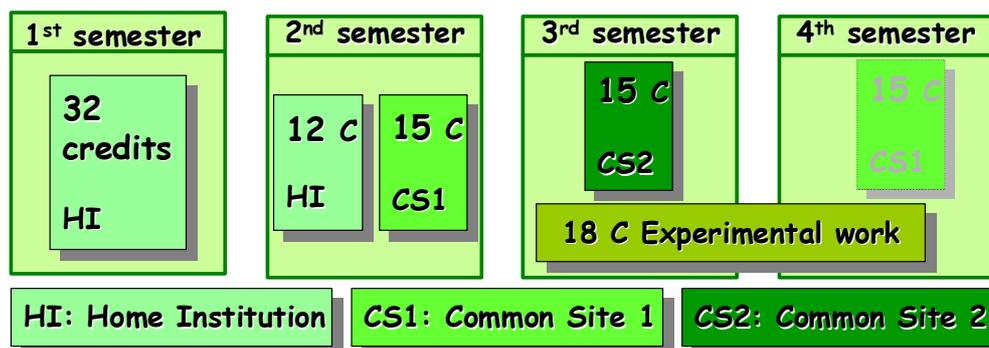
De cara a ser capaces de desarrollar adecuadamente los correspondientes trabajos experimentales, cada una de las instituciones participantes se compromete a proveer el espacio y los recursos necesarios para que alguno de los estudiantes pueda llevar a cabo el trabajo de fin de Master correspondiente dentro de la modalidad a). En esta Memoria se incluyen las líneas de trabajo de las instituciones participantes actualmente que se englobarían dentro de esta área de trabajo y que podrían dar lugar a los Trabajos de Fin de Master correspondientes. El compromiso de espacio y recursos es particularmente importante en el caso de los estudiantes procedentes de países en vías de desarrollo que en su mayor parte no dispondrán en su país de origen de los recursos necesarios para garantizar un trabajo experimental adecuado.

Para llevar a cabo los trabajos experimentales de acuerdo con las modalidades b y, en algunos casos, c, se establecerán los acuerdos necesarios con las compañías e instituciones correspondientes. A este respecto se están manteniendo contactos tanto a través de la Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible como de FEIQUE y AFAQUIM. En este caso, los acuerdos deberán contener un análisis detallado de las necesidades de confidencialidad y de protección de los derechos de propiedad intelectual.

La evaluación de los Trabajos de Fin de Master exigirá la preparación de una memoria escrita y un debate público con una comisión de evaluación de tres miembros pertenecientes a las instituciones académicas participantes. Para este propósito se utilizarán de modo preferente los periodos de enseñanza en las sedes comunes, aprovechando la coincidencia en un mismo lugar de un número suficiente de profesores participantes.

5.1.5. Organización temporal.

La organización temporal del Programa de Posgrado está basada en la existencia de dos periodos de enseñanza en las sedes comunes así como de periodos de enseñanza en las Instituciones matriz hasta cubrir los 90 créditos considerados en un año y medio o dos años académicos. De acuerdo con este esquema, la enseñanza en la(s) sede(s) común(es) constará de un periodo académico en otoño y de un periodo académico en primavera. De modo muy general la organización temporal puede describirse de acuerdo con el siguiente esquema.



En función de lo que hemos venido discutiendo, parece conveniente asumir que los cursos iniciales de complementos formativos se realicen en la Institución matriz del estudiante. Así, a modo de ejemplo, hemos considerado que un estudiante podría completar 30 créditos en la institución matriz durante el primer semestre del Programa (otoño). Durante el segundo semestre (primavera) se completarían 15 créditos adicionales en una de las sedes comunes, mientras que otros 15 créditos se completarían durante el tercer semestre (otoño) también en una sede común. Los 12 créditos restantes de cursos podrían completarse en cualquiera de los semestres en función de las necesidades del estudiante, pero en nuestro esquema general hemos considerado su adscripción al segundo semestre, de modo que el número total de créditos a completar durante el mismo sería de 27. De la misma manera, el trabajo experimental (Trabajo de Fin de Master) podría comenzar en cualquier momento del Programa. Sin embargo, por razones metodológicas, parece conveniente que este trabajo se inicie una vez que el estudiante posea una base de conocimientos lo suficientemente sólida. De acuerdo con ello, hemos considerado en nuestro esquema el uso del tercer y cuarto semestre para esta tarea. Este esquema permitiría que la evaluación final que afectaría al Trabajo de Fin de Master se realizara durante el periodo lectivo de primavera (cuarto semestre) en una sede común.

5.1.5. Localización de las sedes comunes.

En una perspectiva a largo plazo pueden existir varias sedes repartidas uniformemente de modo regional. El número exacto dependerá del número final de Instituciones y estudiantes participantes. El número mínimo de sedes es lógicamente uno, pero parece aconsejable, de acuerdo con nuestra experiencia, la existencia de dos sedes comunes una por cada periodo lectivo (otoño y primavera) ya que esto facilita la movilidad de los estudiantes y el intercambio de experiencias en este campo.

La selección de las sedes debe tener en cuenta algunos criterios importantes como son la distancia a las instituciones participantes, la fácil accesibilidad tanto para los estudiantes como los profesores y muy particularmente los costes que genera. Así una sede común debe poseer las infraestructuras necesarias para las enseñanzas si es posible sin ningún coste específico para el Programa de Posgrado. Además de ello debe existir la posibilidad de obtener alojamiento y

manutención para profesores y estudiantes a unos precios razonables, de modo que este tipo de costes no representen un freno significativo al desarrollo del Programa. Por otro lado, sería conveniente que una determinada sede pudiera actuar como tal durante más de un año.

En el momento actual, y teniendo en cuenta lo anterior, la Universitat Jaume I se encuentra en disposición de actuar como una de las sedes comunes.

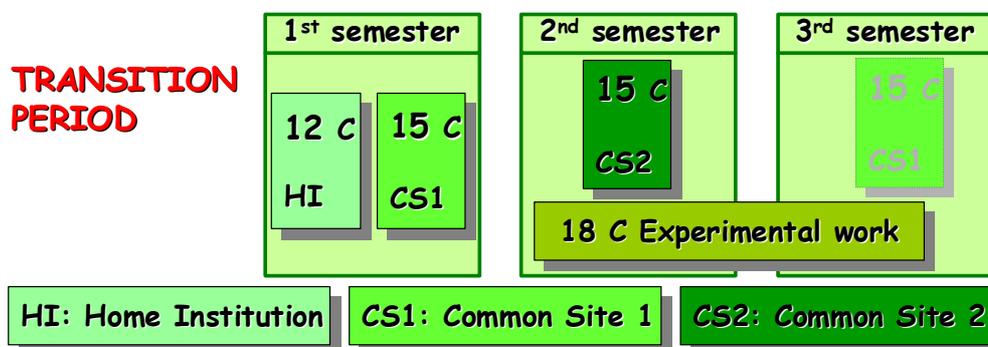
5.2. Diseño global de un Programa de Posgrado en Química Sostenible para su implantación en el curso 2006-2007

Si planteamos la posibilidad de implantar un Programa de Posgrado en Química Sostenible en el curso 2006-2007, de acuerdo con la orden 2005/10494 de la Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia de la Generalitat Valenciana, el diseño del Programa de Posgrado debe adaptarse a la situación actual. Dicha situación viene caracterizada por el hecho de que la incorporación de titulados del nuevo grado oficial no parece previsible antes del curso 2010/2011. En consecuencia debemos de tener presente que serán los actuales titulados universitarios y los profesionales titulados universitarios, junto a los posibles estudiantes procedentes de sistemas universitarios extranjeros.

En el momento actual, por tanto, los estudiantes que deseen cursar un Posgrado en Química Sostenible habrán cursado, previsiblemente, un mínimo de 300 créditos para obtener su título de grado y hasta ahora necesitaban cursar 32 créditos adicionales antes de completar el trabajo experimental que les permitía optar al título de doctor.

En este contexto no tiene sentido considerar la impartición de los cursos que hemos considerado dentro de la primera categoría (complementos de formación en Química). Teniendo presente esto, durante este periodo transitorio se plantea un Programa de Master de 60 créditos ECTS. La parte fundamental de las enseñanzas de dicho Programa serán los 30 créditos de cursos a seguir en las sedes comunes del Programa. Los otros 30 créditos se completarán mediante el desarrollo del correspondiente Trabajo de Fin de Master (18 créditos) y con 12 créditos en la Institución matriz asignados a cursos y actividades complementarias, incluyendo la convalidación por actividades tutorizadas, asistencias a conferencias, seminarios, etc. En particular se podrán considerar en este apartado la participación en cursos de verano sobre Química Verde, Química Sostenible o materias relacionadas que, en algunos casos, pueden representar el punto inicial de contacto del estudiante con este campo.

La organización temporal, por tanto, durante este periodo transitorio sería como sigue:



La comparación de este esquema con el mostrado anteriormente nos permite observar que este periodo transitorio está basado esencialmente en la desaparición de los cursos del primer semestre. Puesto que dichos cursos están destinados sobre todo a completar la formación en

aspectos básicos complementarios en Química e Ingeniería Química, esta modificación resulta razonable para los estudiantes anteriores a los nuevos estudios de grado. Esto permite suavizar tanto la transición desde el Programa de Doctorado actual hacia el nuevo Programa de Posgrado para el periodo 2006-2010 como el paso desde este Programa de Posgrado inicial hasta el Programa de Posgrado que se ha diseñado con una perspectiva temporal a más largo plazo (a partir del 2010 aproximadamente).

Fuera de esta variación con respecto al número de créditos y a la organización temporal, con la desaparición de los contenidos correspondientes a la primera categoría considerada en el apartado 5.1.2 (Conceptos Básicos Complementarios en Química) no se contemplan variaciones significativas en cuanto a los contenidos, metodologías, métodos de evaluación etc, que se han discutido anteriormente en el contexto del Programa de Posgrado definitivo. Quizás la única variación adicional consistirá en que para el curso 2006/2007 se plantea aquí un Programa de Posgrado Interuniversitario restringido a la participación de Universidades e Instituciones españolas, mientras que en el futuro la perspectiva es la de la creación de un Programa de Posgrado Europeo en Química Sostenible.

Por otro lado, de cara a definir de un modo más concreto las características exactas del Programa de Posgrado en Química Sostenible a impartir en el curso 2006/2007, es necesario definir algunos aspectos como las asignaturas a activar para dicho curso, la localización de las sedes y el profesorado e Instituciones implicados.

En primer lugar, es preciso tener en cuenta que, en la medida en que otras Comunidades Autónomas todavía no han regulado los estudios de posgrado, inicialmente sólo los estudiantes matriculados en este Programa en las Universidades valencianas podrán optar al título oficial de Master, mientras que para los estudiantes matriculados en otras Universidades españolas serán de aplicación las regulaciones previas sobre estudios de doctorado y sólo tendrán acceso al título de doctor una vez superados los 32 créditos correspondientes. Conforme las respectivas Comunidades Autónomas vayan realizando la regulación legal correspondiente, las distintas Universidades se irán incorporando de modo pleno al Programa de Posgrado y podrán ofertar el grado oficial de Master junto al de Doctor en Química Sostenible.

Por lo que se refiere a las sedes, para el curso 2006/2007 existe la oferta de las sedes de Castellón (Universitat Jaume I) y Huesca (Universidad de Zaragoza) que cuentan con todas las infraestructuras necesarias para el desarrollo del programa tanto en lo que se refiere a necesidades docentes como de alojamiento para profesores y estudiantes.

5.3. Oferta de cursos del Programa de Posgrado en el curso 2006-2007. Adaptación del Programa de Doctorado con Mención de Calidad de Química Sostenible al Programa de Posgrado en Química Sostenible.

La transformación de las asignaturas del actual Programa de Doctorado en Química Sostenible en las correspondientes al nuevo Programa de Posgrado se ha realizado de acuerdo con los siguientes criterios:

- i) Incrementar la coherencia del conjunto de materias con los objetivos y competencias a alcanzar y que han sido definidos anteriormente.
- ii) Ajustar la oferta a la demanda, de modo que un exceso de oferta no conduzca a la existencia de un número elevado de asignaturas con muy baja demanda.
- iii) Garantizar la mayor globalización de las enseñanzas de modo que no se produzca una optatividad excesiva, con una elevada dispersión de asignaturas, que impida una visión de conjunto del campo de la Química Sostenible.
- iv) Permitir una mayor racionalización en la planificación de las enseñanzas.
- v) Alcanzar un equilibrio razonable entre asignaturas de carácter profesional, de carácter básico y de investigación.

Para ello se han agrupado algunas de las asignaturas existentes mientras que otras se han reorganizado en sus contenidos. Así, las asignaturas del Programa de Doctorado Catálisis ácido/base y Catálisis y oxidantes benignos se han agrupado en una única asignatura de Catálisis Heterogénea de carácter profesional (P). Igualmente se han agrupado los cursos de Catálisis enzimática y Microorganismos en biotransformaciones para dar lugar a un curso de Biocatálisis de carácter investigador (R). Por su parte, las asignaturas de Fotoquímica y Electroquímica Ambiental y de Electroquímica y Química Verde se agrupan ahora bajo una única denominación de Fotoquímica y Electroquímica Ambiental de carácter profesional (P). Finalmente, los cursos de Reacciones sin disolvente y Ultrasonidos se han agrupado en el curso de Reacciones activadas por medios no convencionales de carácter investigador (R). Otras asignaturas han modificado su título o algún contenido tal como se muestra en la tabla siguiente.

Programa de Doctorado	Programa de Posgrado	Carácter
Conceptos Básicos de Química Sostenible	Conceptos Básicos de Química Sostenible	B
Aplicaciones Industriales de la Química Sostenible	Aplicaciones Industriales de la Química Sostenible	P
Materias Primas Renovables	Materias Primas Renovables	B
Pilas de Combustible	Energías Sostenibles	P
Catálisis y Oxidantes Benignos	Catálisis Heterogénea	P
Catálisis Ácido/Base		
Catálisis Enantioselectiva	Catálisis Homogénea	R
Catálisis Enzimática	Biocatálisis	R
Microorganismos en Biotransformaciones		
Biotransformaciones Industriales	Biotransformaciones Industriales	P
Química en Agua y en Disolventes Orgánicos no Convencionales	Disolventes Benignos	B
Fotoquímica y Electroquímica Ambiental	Fotoquímica y Electroquímica Ambiental	P
Electroquímica y Química Verde		
Polímeros Orgánicos en Química Verde	Catálisis Inmovilizada	R
Reacciones sin Disolvente	Reacciones Activadas por Medios no Convencionales	R
Empleo de Ultrasonidos en Química		
Fluidos Supercríticos	Fluidos Supercríticos. Aplicaciones	P

En su conjunto, estos 13 cursos representan 39 créditos a impartir en las sedes comunes, lo que deja un pequeño margen de optatividad y cubren la inmensa mayoría de los contenidos que han sido contemplados en el apartado 5.1.2 y que son los que hemos considerado necesarios para cubrir adecuadamente los objetivos del Programa. Todos los conjuntos temáticos están representados de una forma más o menos similar, existiendo dos o tres cursos que inciden sobre uno o varios de los contenidos de dicho conjunto. Con objeto de mejorar el tratamiento de los aspectos de Ingeniería Sostenible/Verde, se están realizando los contactos apropiados para conseguir que en el curso 2006/2007 se imparta un curso sobre Intensificación de procesos y Diseño de Reactores. Para ello se espera que pueda participar el Instituto Universitario de Ingeniería de la Universidad de Zaragoza, en cuyo caso el responsable del curso sería el Prof. J. Santamaría. Cabe esperar que en el futuro, y en función de la demanda de estudiantes, pueda incrementarse la oferta lectiva con cursos adicionales que permitan incluir:

- i) contenidos no contemplados o no contemplados suficientemente en los cursos anteriores.
- ii) Contenidos que se desee tratar con un mayor grado de especialización.

La interrelación entre los cursos y los contenidos que se consideran imprescindibles para alcanzar de modo eficiente los objetivos planteados, se recoge en la tabla siguiente:

Curso del Programa	Contenidos sobre los que incide
Conceptos Básicos de Química Sostenible	Conceptos generales. Química del Medio Ambiente. Métricas de Sostenibilidad.
Aplicaciones Industriales de la Química Sostenible	Aplicaciones Industriales de la Química Verde. Aplicaciones Catalíticas Industriales
Materias Primas Renovables	Materias Primas Renovables
Energías Sostenibles	Bases Generales. Pilas de Combustible
Catálisis Heterogénea	Catálisis Ácido/Base. Catálisis oxidativa. Zeolitas y Materiales Catalíticos Relacionados. Aplicaciones Catalíticas Industriales
Catálisis Homogénea	Conceptos Generales de Catálisis. Catálisis enantioselectiva.
Biocatálisis	Biotransformaciones. Biotecnología. Enzimas en Química. Células y Microorganismos en Química
Biotransformaciones Industriales	Biotransformaciones. Biotecnología. Enzimas en Química. Células y Microorganismos en Química
Disolventes Benignos	Conceptos Generales. Reacciones en agua. Líquidos iónicos. Introducción a fluidos supercríticos. Disolventes fluorados.
Fotoquímica y Electroquímica Ambiental	Bases Generales. Electroquímica. Fotoquímica. Gestión de Residuos.
Catálisis Inmovilizada	Química Facilitada. Transformaciones Enantioselectivas inmovilizadas.
Reacciones Activadas por Medios no Convencionales	Química Asistida por microondas. Química Asistida por Ultrasonidos.
Fluidos Supercríticos. Aplicaciones	Fluidos Supercríticos. Propiedades Fundamentales. Reacciones en SCFs. Extracciones.
<i>Diseño de Reactores e Intensificación de Procesos</i>	<i>Intensificación de Procesos. Diseño y Evaluación de Reactores. Química de Alta Presión. Monitorización in situ.</i>

Teniendo en cuenta la distribución global de créditos que hemos considerado, con la posibilidad de completar al menos 12 créditos en la Institución matriz, esto abre la posibilidad de que el estudiante pueda completar su formación en ella siguiendo cursos que se estén impartiendo en ella (y que por lo tanto no suponen ningún coste adicional al Programa) y que contemplen contenidos no contemplados en las sedes comunes. A este respecto, por ejemplo, los estudiantes matriculados en la Universidad Jaume I podrán seguir, en el curso 2006/2007, los siguientes cursos, entre otros, que se están impartiendo en otros Programas de Doctorado o de Posgrado:

- i) Química Supramolecular
- ii) Toxicología e Higiene Industrial
- iii) Legislación Ambiental

Dichos cursos, una vez aprobados por la Comisión Académica serían convalidados directamente por créditos del Programa.

Por lo que se refiere a la organización de los cursos en las sedes comunes, la selección de un número reducido de cursos, ajustado a las expectativas de estudiantes potenciales, permitiría la confección de unos horarios con un número mínimo de solapamientos. A modo de ejemplo, y

teniendo presente nuestra experiencia en el Programa de Doctorado Interuniversitario, se incluye a continuación un modelo general de horario para uno de los bloques de tres semanas a desarrollar en una sede común. El segundo de los bloques podría ser directamente una repetición del mismo, ya que, como es lógico, no se han incluido los nombres de los cursos sino unos acrónimos genéricos (curso 1: C1, curso 2: C2....). La asignación de estos acrónimos a cursos concretos requiere esperar a los datos de matrícula y debe ajustarse también en función del profesorado. Como puede verse, el horario que se incluye permitiría, sin una presión excesiva, incluir hasta ocho cursos de 3 créditos en cada periodo lectivo en las sedes comunes, lo que se ajusta muy bien a la propuesta docente inicial para el curso 2006/2007.

Semana 1	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
9-10	C1	C1	C1	C1	C1	C1
10-11	C1	C1	C1	C1	C1	C1
11-12	C2	C2	C2	C2	C2	C2
12-13	C2	C2	C2	C2	C2	C2
13-14	C3	C3	C3	C3	C3	
16-17	C3	C3	C3	C3	C3	
17-18	C3	C4	C3	C4	C3	
18-19	C4	C4	C4	C4	C4	
19-20	C4	C1	C4	C2	C4	

Semana 2	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
9-10	C1	C1	C1	C5	C5	C5
10-11	C1	C1	C1	C5	C5	C5
11-12	C2	C2	C2	C6	C6	C6
12-13	C2	C2	C2	C6	C6	C6
13-14	C3	C3	C3	C7	C7	
16-17	C3	C3	C3	C7	C7	
17-18	C4/C8	C3	C4/C8	C7	C4/C8	
18-19	C4/C8	C4/C8	C4/C8	C4/C8	C4/C8	
19-20	C1	C4/C8	C2	C4/C8		

Semana 3	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
9-10	C5	C5	C5	C5	C5	C5
10-11	C5/C6	C5	C5/C6	C5	C5	C5
11-12	C6/C5	C6	C6/C5	C6	C6	C6
12-13	C6	C6	C6	C6	C6	C6
13-14	C7	C7	C7	C7	C7	
16-17	C7	C7	C7	C7	C7	
17-18	C7	C7	C7	C7	C7	
18-19	C8	C8	C8	C8	C8	
19-20	C8	C8	C8	C8	C8	

5.4. Descriptores de las materias que configuran el Plan de Estudios.

Los descriptores para cada una de los cursos que configuran son los que figuran a continuación. Junto a cada curso se indica el nombre del profesor o profesores responsables del mismo, así como la Institución de la cual proceden. Como ya hemos mencionado, algunas materias concretas pueden suponer la participación de otros profesores y expertos de reconocido prestigio, además de los indicados como responsables. Para cada uno de los cursos se indican, igualmente, las áreas de conocimiento atingentes, el número de créditos del mismo así como el número máximo de estudiantes que serían admisibles a los mismos.

TÍTULO DE LA MATERIA			
Conceptos Básicos de Química Sostenible			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Ramón Mestres Quadreny (Univ. Valencia)	
Descriptores		El Medio Ambiente.-Sustancias antropogénicas de gran difusión ambiental.- Formas de difusión y acumulación de las sustancias.- Conversión química de las sustancias contaminantes.- Efectos y transformación de las sustancias xenobióticas.- Principios de Química Sostenible.	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Aplicaciones Industriales de la Química Sostenible			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Carles Estévez Company (IUCT)	
Descriptores		Legislación ambiental y política ambiental de la empresa. Tipos de emisiones industriales. Estrategias de reducción en origen de la contaminación. Oportunidades de minimización de residuos basadas en la química verde. Barreras para la correcta implementación de procesos de química verde en la industria. Cálculo de costes/beneficios de una innovación industrial	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Materias Primas Renovables			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Víctor Martínez Merino; Dra. Maria José Gil Idoate (Univ. Pública de Navarra)	
Descriptores		Concepto de materias renovables. Productos químicos a partir de materias primas renovables. Obtención de materias primas. Lubricantes y surfactantes. Polímeros. Biopolímeros. Energía a partir de fuentes renovables. Economía relativa a las materias renovables. Evaluación de la materia prima. Conclusión.	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Energías Sostenibles			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Félix Sánchez Alonso (CSIC, Inst. Química Orgánica General)	
Descriptores		Energía a partir de fuentes renovables. Energía a partir de biomasa. Pilas de combustible. Principios fisico-químicos, termodinámicos, electroquímicos y electrónicos básicos. Caracterización de componentes. Membranas de Intercambio de Protones, Electro-catalizadores. Placas bipolares. Materiales y diseño de placas. Electrodo y ensamblaje membrana-electrodo (MEA). Diseños de “stack”: sellos, gestión del agua y del calor, rendimiento y parámetros de optimización. Integración de sistemas.	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Catálisis Heterogénea			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Avelino Corma Canós (Univ. Politécnica de Valencia, CSIC); Dr. José María Marinas Rubio (Univ. De Córdoba); Dr. José Manuel López Nieto (UPV-CSIC)	
Descriptores		Catálisis Heterogénea. Características texturales de los catalizadores heterogéneos y procedimientos para su determinación. Características ácido-básicas de los mismos. Métodos para determinar los centros de adsorción de un sólido. Reacciones modelo para determinar las características ácido-básicas de un catalizador sólido. Procesos industriales con catalizadores ácido-básicos. Zeolitas y zeotipos como catalizadores benévolos con el Medio Ambiente. Desactivación y regeneración de los catalizadores heterogéneos. Procesos de oxidación selectiva de hidrocarburos. Agentes oxidantes empleados en los procesos de oxidación selectiva. Procesos catalíticos en Fase Homogénea (autooxidación). Procesos catalíticos en Fase Heterogénea: reacciones en fase líquida y reacciones en fase gaseosa. Reactores catalíticos. Principales tipos de catalizadores en reacciones de oxidación de fase líquida (tamices moleculares y otros catalizadores). Principales tipos de catalizadores en reacciones de oxidación de fase gaseosa (óxidos metálicos). Relación de la naturaleza ácida del catalizador y sus propiedades catalíticas en procesos de oxidación. Procesos industriales en reacciones de oxidación selectiva de hidrocarburos.	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Catálisis Homogénea			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Química Orgánica, Química Inorgánica, Química Física	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Miquel Pericás Brondo (ICIQ)	
Descriptores		<p>Catálisis homogénea. Conceptos básicos de catálisis: eficacia del catalizador, TOF, TON. Catálisis usando complejos de metales de transición: procesos de oxidación, reducción y formación de enlaces C-C. Organocatálisis. Catálisis enantioselectiva: uso de catalizadores quirales en química. Hidrogenaciones y otras reducciones enantioselectivas. Ciclopropanaciones y aziridaciones. Epoxidaciones y otras oxidaciones enantioselectivas. Reacciones de Heck y Pauson-Khand. Adiciones enantioselectivas a grupos carbonilo. Reacciones aldólicas.. Adiciones conjugadas, Reacciones de cicloadición enantioselectivas (Diels-Alder). Aperturas de epóxidos. Isomerizaciones de olefinas. Catálisis heterogénea e inmovilización de catalizadores. Procesos catalíticos enantioselectivos industriales. Perspectivas de futuro</p>	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Biocatálisis			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Química Orgánica, Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Vicente Gotor Santamaría (Univ. Oviedo); Dr. José Vicente Sinisterra Gago (Univ. Complutense)	
Descriptores		<p>El uso de enzimas aislado para la preparación de compuestos orgánicos de alto valor añadido. Posibilidades de la biocatálisis en el desarrollo de nuevos procesos no contaminantes. Diferentes tipos de biocatalizadores en distintos tipos de reacciones orgánicas. Enzimas hidrolíticos para la preparación de compuestos enantiopuros. Aplicación a la producción de fármacos. Utilidad de oxido-reductasas y liasas en procesos químicos. Inmovilización de células. Aplicación de células enteras a la Síntesis Orgánica. Aplicaciones industriales.</p>	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Biotransformaciones Industriales			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
3	Química Orgánica, Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. José Vicente Sinisterra Gago (Univ. Complutense)	
Descriptores		La Biotecnología y sus aplicaciones a la Industria. Biotransformación. Procesos fermentativos. Procesos Biotecnológicos. Aplicaciones en la Industria Farmacéutica, Alimentaria etc. de las Biotransformaciones. Bioreactores	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Disolventes Benignos			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
3	Química Orgánica	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. José Antonio Mayoral Murillo; Dr. José Ignacio García Laurerio (Univ. Zaragoza)	
Descriptores		Nuevos disolventes: agua, disolventes fluorados, líquidos iónicos, fluidos supercríticos, disolventes inmovilizados. Síntesis en agua. Propiedades físico-químicas del agua, efectos en la reactividad química, surfactantes, síntesis estequiométrica, catálisis en agua, catálisis micelar, sistemas bifásicos, aplicación industrial. Líquidos iónicos. Síntesis y purificación de los líquidos iónicos, propiedades físico-químicas, reacciones estequiométricas y no estequiométricas, síntesis inorgánica, síntesis de polímeros, reacciones biocatalíticas, sistemas bifásicos y trifásicos, separación de catalizadores o productos, aplicación industrial.	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Fotoquímica y Electroquímica Ambiental			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. José Urieta Navarro (Univ. Zaragoza); Dr. Antonio Aldaz Riera (Univ. Alicante)	

Descriptores	Reacciones fotoquímicas y Medio Ambiente. Tecnología electroquímica y Medio Ambiente. Reacciones fotoquímicas: Conceptos básicos y leyes. Fotosíntesis. Fotorreactores. Fotocatálisis. Fotocatálisis heterogénea. Principales tipos de reacciones fotocatalíticas. Oxidaciones y reducciones electroquímicas. Electrocatálisis. Diseño de reactores electroquímicos. Electrodeposición. Fenómenos Electrocinéticos. Procesos asistidos mediante membranas. Síntesis electroquímica. Desarrollo de nuevos procesos o procesos sustitutivos de síntesis electroquímica. Aplicación de la Electroquímica al tratamiento de aguas residuales industriales. Membranas de cambio iónico. Electrodiálisis en la desalinización de aguas residuales o salobres. Sustitución de disolventes no verdes en síntesis electroquímica. Métodos electroquímicos para la eliminación de la contaminación: oxidación anódica, eliminación de metales, electrocoagulación y electroflotación. Tratamiento de efluentes y reconversión de sales en ácidos y bases.
---------------------	---

TÍTULO DE LA MATERIA

Catálisis Inmovilizada

Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Química Orgánica, Química Inorgánica	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Santiago V. Luis Lafuente; Dra. Maria Isabel Burguete Azcárate; Dra. Belén Altava Benito (Univ. Jaime I)	
Descriptores		Reactivos soportados, ventajas e inconvenientes desde un punto de vista medioambiental. Técnicas de caracterización de Polímeros. Empleo de reactivos soportados como "scavengers". Síntesis orgánicas sobre soportes poliméricos. Reactivos soportados en Química Orgánica. Catalizadores soportados. Aplicaciones en Química Fina. Separaciones mediante el empleo de reactivos soportados. Aplicaciones industriales y perspectivas de futuro.	

TÍTULO DE LA MATERIA

Reacciones Activadas por Medios no Convencionales

Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Antonio de la Hoz Ayuso (Univ. Castilla-La Mancha); Dr. Pedro Cintas (Univ. Extremadura)	

Descriptores	Métodos de reacciones sin disolvente. Las reacciones sobre soportes minerales; reacciones sin ningún disolvente, soporte o catalizador; y la catálisis por transferencia de fase sólido-líquido sin disolvente en química orgánica. Reactividad y selectividad (tanto quimio, regio como estereo o enantioselectividad). Ventajas de la activación microondas como una alternativa a la calefacción clásica. Reacciones activadas por ultrasonidos. Principios básicos de las técnicas de síntesis y metodologías. Utilidad sintética y ventajas medioambientales. Ejemplos de aplicación de la técnica.
---------------------	--

TÍTULO DE LA MATERIA			
Fluidos Supercríticos. Aplicaciones			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química e Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)	Dr. Juan Antonio Rodríguez Renuncio; Dra. Concepción Pando García-Pumarino (Univ. Complutense); Dr. Eduardo García-Verdugo Cepeda (Univ. Jaume I)		
Descriptores	Equilibrio de fases a altas presiones. Cálculos del equilibrio de fases. Medidas experimentales en la región crítica. Fenómenos críticos en sistemas magnéticos. Fluidos supercríticos como disolventes. Fluidos supercríticos y materiales. Fluidos supercríticos y reacciones químicas. Aplicaciones industriales de los fluidos supercríticos: aplicaciones en procesos de extracción y aplicaciones como disolventes en reacciones químicas estequiométricas y catalíticas.		

TÍTULO DE LA MATERIA			
Diseño de Reactores e Intensificación de Procesos			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Ingeniería Química	2006-2007	50
Profesor(es) responsable(s)	Dr. Jesús Santamaría (Univ. Zaragoza)		
Descriptores	<i>Intensificación de Procesos. Diseño y Evaluación de Reactores. Química de Alta Presión. Monitorización in situ.</i>		

TÍTULO DE LA MATERIA			
Química Supramolecular			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3	Todas las de Química	2006-2007	25
Profesor(es) responsable(s)	Dr. Santiago V. Luis Lafuente; Dr. Ignacio Alfonso Rodríguez; Dr. Francisco Galindo Honrubia (Univ. Jaume I)		

Descriptor	<p>Química Supramolecular: Definición e Interdisciplinaridad. Tipos de interacciones en Química Supramolecular: diferentes interacciones no covalentes usadas eficazmente para la construcción de especies supramoleculares. Técnicas experimentales útiles en Química Supramolecular: Técnicas Espectroscópicas y modelización molecular. Reconocimiento molecular, definición de receptores y especies huésped: Aniones, Cationes o especies neutras como moléculas huésped.</p> <p>Preparación de receptores mediante diseño molecular. Estrategias sintéticas. Preparación de receptores mediante metodologías combinatorias: librerías combinatorias “clásicas” e introducción a las librerías combinatorias dinámicas. Efecto “plantilla” y efecto “molde”: Desarrollo de estrategias sintéticas eficientes basadas en metodologías supramoleculares. Catálisis y Química Supramolecular: catalizadores basados en interacciones no covalentes. Diseño, preparación y caracterización de sensores basados en interacciones Supramoleculares. Autoensamblaje y autoreconocimiento: Química biomimética y materiales biomiméticos. Autocatálisis y autorreplicación. Química Supramolecular en sistemas dinámicos: rotores, máquinas y motores moleculares. Química Supramolecular y transferencia de la información: operaciones lógicas y puertas lógicas a partir de especies supramoleculares. Aplicaciones Tecnológicas de la Química Supramolecular como una tecnología limpia: Biomedicina, Ciencia de Materiales, Medio Ambiente, Separaciones y Química Analítica.</p>
-------------------	---

TÍTULO DE LA MATERIA			
Toxicología e Higiene Industrial			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3		2006-2007	20
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Vicente Esteve Cano (Univ. Jaume I)	
Descriptor		A determinar en función del Master original en el que se integra	

TÍTULO DE LA MATERIA			
Legislación Ambiental			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
3		2006-2007	20
Profesor(es) responsable(s)		Dr. Vicente Esteve Cano (Univ. Jaume I)	
Descriptor		A determinar en función del Master original en el que se integra	

Por lo que se refiere al Trabajo de Fin de Master, se incluyen aquí las líneas de trabajo integradas en el Programa de Posgrado de Química Sostenible y que podrían dar lugar a la realización de dicho Trabajo dentro de la modalidad a).

Instituto de Química Orgánica General (CSIC)

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Diseño y preparación de catalizadores de cátodo para pilas de combustible			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)		Félix Sánchez Alonso José Luis Acosta	

Características del trabajo: Diseño y preparación de catalizadores porfirínicos de Co y Fe selectivos para la reducción de oxígeno heterogeneizados (catalizadores de cátodo)..

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Preparación de catalizadores porfirínicos solubles y heterogeneizados. Estudio catalítico químico y electroquímico. Montaje y estudio como catalizadores de cátodo en pilas de combustible.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Preparación y estudio de conductores protónicos pilas de combustible			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)		Félix Sánchez Alonso José Luis Acosta Luque	

Características del trabajo: Diseño y preparación nuevos electrolitos sólidos, conductores protónicos, poliméricos orgánicos, inorgánicos e híbridos.

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Preparación de precursores polimerizables basados en alcoxisilanos. Obtención de materiales sólidos altamente ácidos (Nafion-like) por procedimientos sol-gel. Obtención de sólidos mesoporosos altamente ácidos. Preparación y evaluación de las nuevas membranas como conductores protónicos sólidos. Montaje y estudio de las membranas en pilas de combustible.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Institut Universitari de Ciència i Tecnologia

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Biotransformaciones de materias primas renovables. Reducción/Eliminación de sustancias químicas persistentes, bioacumulables y tóxicas. Disolventes alternativos			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)	Carlos Estévez Company Rafael Montilla Arévalo David Miguel Centeno		

Características del trabajo: Síntesis, caracterización y desarrollo de productos químicos de interés industrial.

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Estudio de las condiciones de reacción para la optimización de procesos. Desarrollo de métodos analíticos. Diseño de experimentos.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Institut Català d'Investigació Química

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Síntesis paralela de ligandos modulares			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)	Miquel A. Pericas Brondo Ciril Jimeno Mollet Anton Vidal Ferran		

Características del trabajo: Síntesis de ligandos enantiopuros y evaluación en reacciones catalíticas.

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Preparación de ligandos modulares. Estudio de las relaciones estructura-actividad de los ligandos en reacciones enantioselectivas. Evaluación de los resultados y rediseño de los catalizadores.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad de Alicante

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Tratamiento Electroquímico de efluentes industriales. Desalinización de aguas salobres mediante electrodiálisis.			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
12	QUÍMICA FÍSICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)	Antonio Aldaz Riera Vicente Montiel Leguey Jose Gonzáñez García		

Características del trabajo: Estudios de las aplicaciones electroquímicas al tratamiento de residuos industriales y desalinización de aguas salobres por electrodiálisis.

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Evaluación de los procedimientos experimentales para el tratamiento del agua o efluente seleccionado.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad de Castilla-La Mancha

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Aplicaciones de la radiación microondas y la catálisis ácida heterogénea en reacciones sin disolvente.			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)		Antonio de la Hoz Ayuso Ángel Díaz Ortiz Andrés Moreno Moreno José Ramón Carrillo Muñoz Ana Sánchez Migallón Bermejo Pilar Prieto Núñez Polo Ester Vázquez Fernández Pacheco	

Características del trabajo: El proyecto se plantea con la idea de estudiar la utilidad sintética de técnicas medioambientalmente benignas (radiación microondas, reacciones sin disolvente y reactivos ácidos u oxidantes soportados) en síntesis orgánica mostrando la sinergia del empleo conjunto de ellas. Estas técnicas se aplicarán a la síntesis de moléculas complejas mediante reacciones de cicloadición, ciclotrimerización, sustitución electrófila u oxidación.

Metodología: La habitual de trabajo en investigación sobre un tema concreto de utilidad para la marcha del proyecto de investigación en el momento de incorporación del doctorando. Búsqueda bibliográfica, estudio de las características de la radiación microondas y del equipamiento microondas. Aplicación a las reacciones diseñadas.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad Complutense (Química)

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Equilibrios de Fase y Fluidos Supercríticos			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA FÍSICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)		Juan Antonio Rodríguez Renuncio Concepción Pando García-Pumarino Manuel Gil Criado Mateo Díaz Peña Mario Redondo Ciercoles	

Características del trabajo: Trabajo bibliográfico, experimental y de cálculo sobre "Equilibrios de fases y Fluidos supercríticos". Estudio experimental y teórico sobre las propiedades de los fluidos supercríticos y sus aplicaciones. Se orientan hacia las aplicaciones de extracción supercrítica de productos naturales, limpieza de superficies y eliminación de restos de disolvente en membranas selectivas.

Metodología: La habitual de trabajo en investigación sobre un tema concreto de utilidad para la marcha del proyecto de investigación en el momento de incorporación del doctorando.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad Complutense (Farmacia)

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Biotransformaciones catalizadas por enzimas			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)		Jose M. Sánchez Montero, Andres Alcántara León,	
TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Biotransformaciones catalizadas por células enteras, libres o inmovilizadas			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)		Jose.V. Sinisterra Gago, M.J. Hernáiz Gomes-Dégano	

Características del trabajo: Trabajo bibliográfico y experimental sobre biotransformaciones. Estudio experimental y teórico sobre las propiedades de los fluidos supercríticos y sus aplicaciones. Se orientan hacia la aplicación de células enteras en transformaciones sintéticas.

Metodología: La habitual de trabajo en investigación sobre un tema concreto de utilidad para la marcha del proyecto de investigación en el momento de incorporación del doctorando.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Instituto de Tecnología Química (UPV-CSIC) Instituto Universitario de la UPV

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Catálisis Heterogénea: Preparación, caracterización y reactividad			
<i>Créditos</i>	<i>ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Período</i>	<i>Nº máximo de Alumnos</i>
18	QUÍMICA FÍSICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)		Avelino Corma Canós José Manuel López Nieto	

Características del trabajo: Diseño y preparación de materiales sólidos con propiedades ácidas, básicas y/o redox para ser empleados en como catalizadores en procesos de Refino, Petroquímica y/o Química Fina

Metodología: Metodología habitual de trabajo en investigación (preparación, caracterización de materiales así como ensayos catalíticos) sobre un tema concreto de utilidad para la marcha del proyecto de investigación en el momento de incorporación del doctorando.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad de Córdoba

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Catálisis Heterogénea			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)	M ^a Ángeles Aramendía Lopidana Felipa M ^a Bautista Rubio Victoriano Borau Bolós Juan Manuel Campelo Pérez Ángel García Coletto César Jiménez Sanchidrián Diego Luna Martínez José M ^a Marinas Rubio Alberto Marinas Aramendía Antonio Ángel Romero Reyes Francisco José Romero Salguero José Rafael Ruiz Arrebola Francisco José Urbano Navarro		

Características del trabajo: Se sintetiza, modifica y caracteriza una pléyade de sólidos con características ácido-básicas. Los constituyentes de este conjunto de compuestos, que abarca tanto a sólidos amorfos, como con acción tamiz molecular, se utilizan, como catalizadores, en una gran cantidad de procesos de Síntesis Orgánica y Química Fina. Se contrastan los resultados obtenidos con otros catalizadores utilizados en la Industria, así como su desactivación y regeneración.

Asimismo se utilizan como soporte de metales, llegándose a catalizadores metálicos que pueden ser empleados en procesos tales como óxido-reducciones, hidrogenólisis, hidrodesalquilaciones, etc.

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Catálisis Homogénea Heterogeneizada			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2

Doctor(es) que la tutela(n)	M ^a Ángeles Aramendía Lopidana Felipa M ^a Bautista Rubio Victoriano Borau Bolós Juan Manuel Campelo Pérez Ángel García Coletto César Jiménez Sanchidrián Diego Luna Martínez José M ^a Marinas Rubio Alberto Marinas Aramendía Antonio Ángel Romero Reyes Francisco José Romero Salguero José Rafael Ruiz Arrebola Francisco José Urbano Navarro
------------------------------------	--

Características del trabajo: Los sólidos con características ácido-básicas, a los que nos hemos referido en el apartado anterior, convenientemente seleccionados y modificados (si llega el caso), son empleados como soportes de “fases activas homogéneas”. De esta forma se obtienen catalizadores homogéneos heterogeneizados. Así, se está investigando en el campo de la Catálisis Quiral y en el de las Enzimas Inmovilizadas.

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Fotocatálisis			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)	M ^a Ángeles Aramendía Lopidana Felipa M ^a Bautista Rubio Victoriano Borau Bolós Juan Manuel Campelo Pérez Ángel García Coletto César Jiménez Sanchidrián Diego Luna Martínez José M ^a Marinas Rubio Alberto Marinas Aramendía Antonio Ángel Romero Reyes Francisco José Romero Salguero José Rafael Ruiz Arrebola Francisco José Urbano Navarro		

Características del trabajo: En esta línea se está trabajando con dióxido de titanio, puro o modificado, llegándose a fotocatalizadores utilizables en la Descontaminación Ambiental. Por otra parte, se trabaja en la caracterización, cuantificación y destrucción de posibles contaminantes alimentarios en campos como el del aceite de oliva,

Metodología: Búsqueda bibliográfica. Síntesis de los materiales utilizados como catalizadores y fotocatalizadores. Determinación de sus características texturales y ácido-básicas.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Catalizadores Soportados sobre Polímeros en Química Fina			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)	Santiago V. Luis Lafuente M. Isabel Burguete Azcárate Belén Altava Benito Francisco Galindo Honrubia Eduardo García-Verdugo Cepeda Ignacio Alfonso Rodriguez Maia Sokolova		

Características del trabajo: Estudio de la síntesis de reactivos soportados quirales derivados de aminoácidos y ácido tartárico vía polimerización y vía grafting. Síntesis de catalizadores soportados. Reacciones catalíticas en Fluidos Supercríticos.

Metodología: Actualización bibliográfica. Diseño y síntesis de monómeros funcionalizados; comparación de las diferentes características del polímero obtenido según la técnica y condiciones de polimerización empleadas. Síntesis del catalizador soportado. Estabilidad y reutilización del catalizador.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Química Supramolecular			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)	Santiago V. Luis Lafuente M. Isabel Burguete Azcárate Belén Altava Benito Francisco Galindo Honrubia Eduardo García-Verdugo Cepeda Ignacio Alfonso Rodriguez Maia Sokolova		

Características del trabajo: Estudio de la preparación de nuevos sistemas supramoleculares. Desarrollo de sensores en solución y soportados basados en procesos de reconocimiento selectivo. Procesos de síntesis dirigida, autoensamblaje y autoasociación.

Metodología: Actualización bibliográfica. Diseño y síntesis de receptores abióticos; Estudio de las propiedades del receptor y su interacción con distintos sustratos. Estudio de las aplicaciones de los sistemas supramoleculares formados. Incorporación en materiales sólidos.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad Pública de Navarra

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Exploración de la biomasa como fuente de Materias Primas Renovables			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
12	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	2
Doctor(es) que la tutela(n)	Víctor Martínez Merino María José Gil Idoate		

Características del trabajo: Análisis de las Materias Primas Renovables, en particular de la biomasa, como fuente de productos químicos de alto valor añadido o de combustibles.

Metodología: Revisión bibliográfica del tema. Estudio de las modificaciones de la biomasa en origen. Tratamientos de la biomasa según el tipo de sustancia a producir. Análisis del ciclo de vida completo para sustancias tipo.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

Universidad de Zaragoza (Química Orgánica)

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Catálisis enantioselectiva en medios no convencionales			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
12	QUÍMICA ORGÁNICA	2006-2007	4
Doctor(es) que la tutela(n)	José Antonio Mayoral Murillo María Elisabet Pires Ezquerra José María Fraile Dolado José Ignacio García Laureiro		

Características del trabajo: Se tratará el empleo de catalizadores quirales en medios no convencionales, con especial énfasis en las ventajas e inconvenientes derivados del uso de los mismos.

Metodología: En primer lugar se llevará a cabo un estudio bibliográfico del tema concreto a tratar. A continuación se estudiará la reacción enantioselectiva en distintos medios no convencionales, comparando los resultados con el proceso modelo en medios habituales. Se prestará especial atención al análisis de los efectos del medio en la velocidad de reacción y selectividad, así como en la posibilidad de recuperar y reutilizar el catalizador. Por último se analizará el problema de la recuperación de los productos, comparando distintas alternativas, con especial énfasis en la extracción supercrítica.

Criterios de evaluación: Defensa pública ante un tribunal de tres profesores participantes en el programa

Universidad de Zaragoza (Química Física)

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Técnicas avanzadas de separación y de tratamiento de materiales con CO ₂ supercrítico			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
12	QUÍMICA FÍSICA	2006-2007	3
Doctor(es) que la tutela(n)		José Urieta Navarro Juan I. Pardo Fernández Jesús Santafé Castellot Ana M ^a Mainar Fernández M ^a Magdalena Domínguez Esparza	

Características del trabajo: Se realizará el estudio el empleo de fluidos supercríticos en los procesos de separación y tratamiento de materiales, considerando, especialmente, en las ventajas e inconvenientes derivados del uso de los mismos.

Metodología: Se hará una revisión bibliográfica del tema (proceso de extracción de especies químicas con alto valor añadido a partir de material vegetal o procesos de secado y micronizado de materiales con alta actividad catalítica o biológica). Seguidamente se llevarán a cabo los procesos de extracción, comparando los resultados con los obtenidos en los procesos convencionales. También se analizarán estos procesos de extracción supercrítica desde los puntos de vista del cambio de escala y económico. En el caso del tratamiento de materiales, se caracterizará el producto obtenido y se estudiará su actividad, comparándola con la de los correspondientes materiales obtenidos por tratamientos clásicos.

Criterios de evaluación: Defensa pública ante un tribunal de tres profesores participantes en el programa.

Universidad de Extremadura

TÍTULO DE LA LÍNEA DE TRABAJO			
Diseño y aplicación de líquidos iónicos quirales. Aplicaciones de la radiación ultrasónica			
Créditos	ÁREA(S) DE CONOCIMIENTO	Período	Nº máximo de Alumnos
18	QUÍMICA ORGÁNICA	2005-2006	2
Doctor(es) que la tutela(n)		José Luis Jiménez Requejo José Luis Bravo Galán Guadalupe Silvero Enríquez Pedro Cintas Moreno	

Características del trabajo: El proyecto plantea la idea de abordar la preparación de líquidos iónicos enantiopuros y, como un objetivo a mayor plazo, su efecto sobre procesos estereoselectivos. Se evaluará el papel de los líquidos iónicos (debido a sus propiedades físicas), tanto quirales como aquirales, como medios polares en la cavitación acústica.

Metodología: La habitual del proyecto de investigación en el momento de incorporación del doctorando. Búsqueda bibliográfica. Estudio de líquidos iónicos, estudio de las de la radiación ultrasónica y de su equipamiento. Aplicación a las reacciones diseñadas.

Criterios de evaluación: Defensa ante un tribunal de 3 profesores participantes en el programa.

5.5. Sistema de Gestión de las actividades académicas.

5.5.1. Gestión del Programa de Posgrado

La Comisión Académica será la responsable de la organización del Programa a todos los niveles. De cara a conseguir que dicha Comisión actúe de modo eficiente su composición será de tamaño reducido. En la primera época considerada, para la implantación a nivel nacional a partir del curso 2006/2007, se establecerá una Comisión Académica compuesta por tres personas más el Director del Programa.

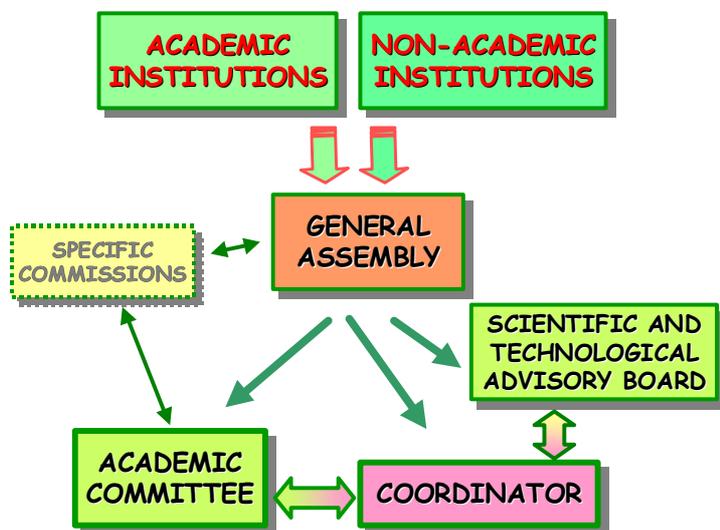
Además de esta Comisión Académica, existirá una Asamblea General que estará formada por un representante de cada una de las Instituciones involucradas más el Director del Programa.

En caso necesario, la Comisión Académica o la Asamblea General podrán crear las Comisiones que crean oportunas con objetivos específicos. Estas Comisiones serán consultivas y su misión será el proveer a los órganos ejecutivos con los estudios y sugerencias pertinentes.

Finalmente, en la perspectiva de la progresión hacia un Programa Europeo de Posgrado en Química Sostenible, se estudiará la creación de un Consejo Asesor de carácter científico/tecnológico/académico que estará formada por un número limitado de:

- Científicos/académicos de relevancia en este campo.
- Representantes de Sociedades Científicas/Tecnológicas.
- Representantes de la Industria Química.
- Representantes de Carácter Social.

Este Consejo Asesor será también de tamaño reducido para aumentar su efectividad, de modo que sus componentes deben actuar en todo momento como representantes de los sectores correspondientes.



Las decisiones del consorcio participante en el Programa dependerán inicialmente de la Asamblea General. Esta Asamblea nombrará la Comisión Académica y el Director del Programa. La Asamblea delegará en la Comisión Académica y el Director del Programa las tareas administrativas y académicas de carácter regular. De modo general, la mayor parte de las actividades diarias serán gestionadas por la Comisión Académica y el Director, aunque algunas decisiones puedan requerir la aprobación de la Asamblea General. Los miembros

de la Comisión Académica estarán en contacto, de modo regular, con los otros miembros de la Asamblea. La Comisión Académica, después de realizar los contactos correspondientes, seleccionará el Consejo Asesor cuyo nombramiento requerirá la aprobación de la Asamblea General.

Con objeto de evitar un exceso de burocracia, el número de reuniones físicas se reducirá a un mínimo y se hará un uso extensivo de los medios electrónicos, bien sean videoconferencias, correo electrónico o el uso de foros electrónicos. La Comisión Académica y el Director del Programa serán los responsables de mantener en funcionamiento dichas herramientas electrónicas. La Asamblea General se reunirá una vez al año y bajo aquellas condiciones extraordinarias que requieran su participación. La Comisión Académica se reunirá con mayor frecuencia, en función de

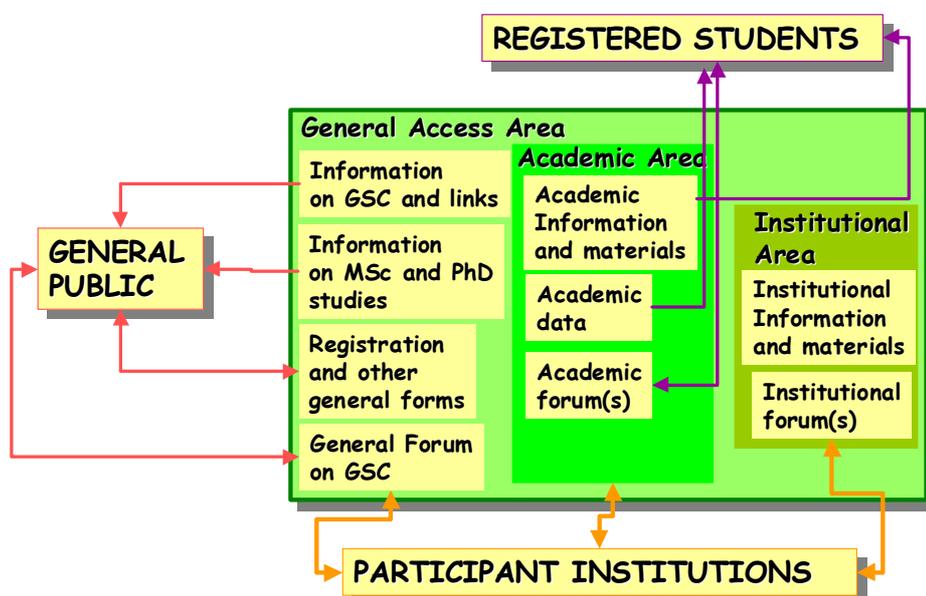
las necesidades de gestión, en particular durante las primeras etapas de la puesta en marcha del Programa. Sin embargo, cabe esperar que, de modo regular, las reuniones físicas sean semestrales.

Los elementos fundamentales que regularán el Consorcio y la participación de cada una de las Instituciones en el Programa de Posgrado deberán estar recogidas en el correspondiente Convenio de Colaboración que será firmado por el responsable legal de cada Institución participante.

5.5.2. Página Web del Programa de Posgrado

De acuerdo con lo anterior, y con el hecho de la existencia de un número importante de actividades no presenciales, el papel de la página web (y de otras herramientas de comunicación electrónicas) resulta fundamental. Esta web debe permitir una fácil comunicación entre los participantes, sean estudiantes o profesores, así como proporcionar un foro de información permanente sobre el Programa y sobre este campo para todo tipo de público.

Esta página web necesita diseñarse con tres niveles diferentes de accesibilidad.



- Área abierta, sin ningún tipo de restricciones. Esta área contendrá información general sobre el programa, las instituciones participantes y sobre el campo general de la Química y la Ingeniería Química Sostenible/Verde. Esta área contendrá también los enlaces correspondientes con otras páginas de interés y un foro de discusión de carácter general.
- Área restringida a los profesores y a los estudiantes matriculados. Esta área contendrá información académica para los estudiantes, incluyendo sus datos personales. Los profesores podrán incluir aquí no sólo la información básica sobre sus cursos, sino también los materiales de enseñanza fundamentales, en particular para los cursos que se realicen en las sedes comunes. Si la accesibilidad a estos materiales se hace con suficiente antelación, el estudiante podrá disponer de una base inicial suficiente cuando llegue a la sede. Esta área podrá utilizarse también para incluir ejercicios, casos de estudio y herramientas de evaluación. La existencia de un foro general de discusión sobre el Programa así como de foros de discusión individuales para las distintas materias facilitará la comunicación profesor-estudiante.

- c) Área restringida a los profesores y a las Instituciones participantes. Además de la existencia de un foro de discusión general, esta área servirá para facilitar la comunicación entre las Instituciones participantes y el desarrollo de las actividades burocráticas y administrativas.

6. Dotación de personal académico

En el apartado anterior, para cada uno de los cursos considerados para su impartición dentro del Programa de Posgrado de Química Sostenible para el curso académico 2006/2007 se han incluido los profesores responsables de los mismos. De modo adicional, se espera que puedan participar otros profesores pertenecientes a los grupos implicados dentro de cada Institución participante. En el apartado de líneas de trabajo que permiten la realización de Tesis de Fin de Master se ha incluido una relación más extensa de los miembros de los distintos grupos que se encuentran implicados en este Programa de Posgrado y que pueden llegar a participar en la docencia del mismo. Por otro lado, creemos conveniente el que, de modo puntual, la impartición de determinados conceptos concretos sea asignada a expertos internacionales de reconocido prestigio. Tanto la dotación del profesorado como el grado de dedicación y su cualificación son más que suficientes para la formación de los estudiantes en este campo, quedando garantizada, en cada caso, la calidad de la docencia, de la investigación y de la formación profesional del alumno, tal como ha quedado de manifiesto en la realización del Programa de Doctorado con Mención de Calidad de Química Sostenible en los últimos años.

La asignación de recursos docentes concretos a cada materia dentro de un curso académico será responsabilidad de la Comisión Académica, después de realizar los contactos pertinentes con las Instituciones participantes. Para facilitar esta labor, la Asamblea general aprobará, a propuesta de la Comisión Académica, la relación de profesores de las Instituciones participantes que pueden participar en un determinado curso. Para que un profesor pueda llegar a participar en un determinado curso deberá acreditar en su currículo el estar desarrollando su labor profesional al más alto nivel en el campo específico de trabajo en el que se inserta la materia correspondiente, de modo que se garantice que los cursos son impartidos por expertos de relevancia internacional. Estos criterios y procedimientos se mantendrán de modo similar cuando se produzca la evolución del Programa de Posgrado hacia un Programa Europeo.

Por lo que se refiere a la situación mostrada en los cuadros del apartado 5 para el curso 2006/2007, todos los grupos españoles participantes, y en particular los profesores responsables de cada una de las materias, son profesionales o investigadores con un elevado reconocimiento internacional en su campo y que ostentan una posición de liderazgo en el mismo. Esta situación puede confirmarse con el análisis de los currícula de los distintos responsables de los grupos que se presenta en documento adjunto. Como un indicio básico de calidad, debe hacerse constar que todos los grupos participantes forman parte ya del Programa de Doctorado Interuniversitario de Química Sostenible que ha obtenido la Mención de Calidad del Ministerio a lo largo de las tres convocatorias realizadas.

Para cada curso académico, y en función de las disponibilidades presupuestarias, la Comisión Académica seleccionará uno o varios cursos para los que se invitará a participar, de modo puntual, a reconocidos expertos internacionales que no se encuentren integrados de modo regular en el Programa. Tales expertos podrán provenir del mundo de la empresa o ser profesores o investigadores en Instituciones extranjeras de reconocido prestigio. En todo caso, la participación de estos expertos se limitará siempre a la impartición de un número reducido de horas en temas relacionados muy directamente con su actividad profesional.

La actividad desarrollada por cada profesor en el Programa de Posgrado será evaluada inicialmente de acuerdo con el modelo establecido por la Universidad Jaume I, adaptado a las características del Programa de Posgrado, y sin perjuicio de que la Comisión Académica o la Asamblea General puedan elaborar un sistema propio de evaluación que pueda ser aceptado por las distintas Instituciones participantes.

En documento adjunto se recogen los currícula para los profesores y, en particular, para los responsables de los grupos españoles directamente implicados en este Programa de Posgrado Interuniversitario en Química Sostenible. Un resumen de los datos más significativos se recoge en la tabla adjunta. Dichos profesores pueden clasificarse, al igual que ya ocurre en el actual Programa

de Doctorado, en profesores pertenecientes a alguna de las Instituciones que reconocen a efectos académicos el Programa, y que ya firmaron en su momento el convenio interuniversitario correspondientes:

Universitat Jaume I de Castellón

Universidad Politécnica de Valencia/Instituto Universitario de Tecnología Química

Universidad de Zaragoza

Universidad Pública de Navarra

Universidad Complutense de Madrid

Universidad de Castilla-La Mancha

Universidad de Córdoba

Universidad de Extremadura

y profesores pertenecientes a otras instituciones no universitarias o a universidades que no han llegado a firmar el correspondiente convenio:

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Institut Universitari de Ciència i Tecnologia

Institut Català d'Investigació Química

Universidad de Oviedo

Universitat de València

Universidad de Alicante

Taula resum de dades d'I+D+i

Professor	Projectes		Articles		Llibres		Altres Publi c.	Patents	Tesis		Mobilitat		Part. en Doct. de qualitat (crèdits)	Sexe- nnis
	d'Inv.	de Transf. Tec.	Inde- xats	Altres	Llibre Complet	Cap.			Doct.	de Màster	nº estades	nº mesos		
S. V. Luis Lafuente	32		136		2	2	143	1	14		2	13	2	3
M. I. Burguete Azcárate	20		79		2	1	85	1	6		1	10	1	3
B. Altava Benito	12		24		2	1	31				4	16	1	1
Ignacio Alonso Rodríguez	5	1	22			1	12	2	1		2	27		
Francisco Galindo Honrrubia	9	2	20			2	16	1			6	18		
Eduardo Garcia-Verdugo Cepeda	10	4	27				29	4			4	57		
Jose Antonio Mayoral Murillo	19	16	200	2		2			11		2	2	7	4
José I. García Laureiro	23	5	161	8	0	1	1	0	3	11	2	10	2(¿)	3
Luis Salvatella Ibáñez	8		31								3	26	1,7	2
Elisabet Pires Ezquerria	8	1	24								2	2	1.5	1
José S. Urieta Navarro	21	6	116	13	2	3	1	-	10		10	18	2	4
Ana María Mainar Fernández	7	3	27				41				8	29	2	
Juan Ignacio Pardo Fernández	6	1	34	1			3				1	1	2	1
Miquel A. Pericás Brondo	28		169	5	1			10	20					5
Antonio Aldaz Riera	45	25	267	10	1	19 cap	+250	13	28		10	150	(2) 3	6
Felix Sánchez Alonso	1		96		7			38	4	7			3	5
Victor Martinez Merino	10	1	44	4	0	0	0	7	6	1	0	0	1'5	2
Maria Jose Gil Idoate	9	1	25	3	0	0	0	1	2	0	0	0	1'5	1
Antonio De La Hoz Ayuso	11	9	121	1		11			10		6	20	3	3
Avelino Corma Canós	16	137	600		1	2		128	27					4
José Manuel López Nieto	5	10	104		-	2		7	5					3
José María Sánchez Montero	22	2	63	1		5	53	3	7	8	2	13	1	3
Andrés R. Alcántara León	17	0	32	2		5		0	5	7	3	12	1	3 de 3
Jose-Vicent Sinisterra Gago (Últimos 10 Años)	16	3	120	10		5		3	8	5	2	24	3	5 de 5
Vicente Gotor Santamaría	16	4	222			8		9	41		1	24	6	5
Ramon Mestres Quadreny	6	1	98	4	1			2	13		1	32	2 (6)	6
Aramendia Lopidana, M ^a Angeles	15		145	22		15	126	2	7					4
Bautista Rubio, Felipa M ^a	11	1	56	5		12	78	3	1		1	8		3
Borau Bolos, Victoriano	14	1	140	23		13	120	2	5					4
Campelo Perez, Juan Manuel	15	3	151	14		17	160	5	14				3	5
Garcia Coletto, Angel	11	1	113	9		13	99	5	1					4
Jimenez Sanchidrian, Cesar	17	6	148	23		13	134	5	11					5
Luna Martinez, Diego	13	1	125	10		14	140	5	2				6	4
Marinas Aramendia, Alberto	5		18			3	35		1		6	23		
Marinas Rubio, Jose M ^a	18	2	395	42	1	37	352	5	38				9	6
Romero Reyes, Antonio Angel	7	1	60	4		7	70	1	3		1	12	6	2

Romero Salguero, Francisco Jose	6	4	42	2		8	46	1	1		1	24	14	
Ruiz Arrebola, Jose Rafael	4		35	2		7	58	2			1	12	4	2
Urbano Navarro, Francisco Jose	8		80	5		10	75		3		1	12		2
Estevez Company, Carles (últimos 5 años)	5	1					5	3			2	12	3	
Cintas Moreno, Pedro	18	2	85		1	5	77		4		2	13	1	2
Juan Antonio Rodríguez Renuncio	17	3	100		3	2	63		7		11	40	1	6
Concepción Pando García–Pumarino	8	3	75		1				3		9	38		4
Albertina Cabañas Poveda	6	1	28					1			6	60		N/A

Projectes: Indiqueu els projectes d'investigació obtinguts en convocatòries públiques, així com els projectes/contractes de transferència tecnològica amb empreses/institucions.

Articles: Indiqueu els articles en publicacions indexades en els *citation index*. Assenyaleu també, en “altres” aquells articles apareguts en publicacions que no es troben indexades.

Llibres: Distingiu ací l'autoria d'un capítol de llibre, de l'autoria d'un llibre complet.

Altres publicacions: Indiqueu ací les monografies, i aquelles publicacions que no se corresponen amb la columna “Articles”.

Patents: Assenyaleu en aquesta columna el nombre de patents registrades.

Tesis: Nombre de tesis doctorals i, en el seu cas, de màster dirigides.

Mobilitat: Indiqueu el nombre d'estades realitzades, i el nombre totals de mesos de les estades.

Participació en Doctorats de Qualitat: Indiqueu el nombre total de crèdits impartits.

Sexennis: Indiqueu, per a cada professor, el nombre total de trams de recerca que té reconeguts.

7. Recursos y Servicios destinados a la enseñanza

Aunque formalmente habría que considerar aquí los recursos disponibles por parte de todas las instituciones participantes, la oferta realizada por la Universitat Jaume I de sus instalaciones como sede común garantiza los recursos y servicios destinados a la enseñanza del Programa de Posgrado de Química Sostenible. A este respecto, cabe mencionar de nuevo, que se trata de la reconversión de un Programa de Doctorado Interuniversitario con Mención de Calidad que se viene desarrollando desde la primera convocatoria de dichas menciones, por lo que tales recursos y servicios ya han estado a nuestra disposición desde hace tres años.

De manera más detallada, el Programa de Posgrado podría utilizar las aulas y espacios de la Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales (ESTCE) y los del Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, aunque estos últimos son menos relevantes en el presente contexto. Del mismo modo, podrían utilizarse las aulas y espacios del Centro de estudios de Posgrado de la Universitat Jaume I. De acuerdo con los datos de nuestra universidad, la ESTCE dispone de las siguientes aulas que, hasta la fecha, han sido más que suficientes para cubrir las necesidades docentes generadas:

Capacidad	Número de aulas	Identificación de las aulas
35	4	TD1015, TD1016, TD1017, TD1018
40	1	TD1316
78	2	TD1202, TD1204
96	9	TD1102, TD1103, TD1104, TD1202, TD1205, TD2102, TD2103, TD2104, TD2105
112	10	TD1101, TD1106, TD1201, TD1206, TD1301, TD1304, TD2101, TD2106, TD2301, TD2304
140	1	TD1303
188	1	TD1302

Por su parte, el Centro de Estudios de Posgrado dispone de 8 aulas con capacidad para 28 estudiantes y 3 aulas con capacidad para 13 estudiantes, siendo dos de las primeras aulas informáticas.

El Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, a su vez, dispone de 6 laboratorios docentes con capacidad para 20 estudiantes cada uno.

De acuerdo con la planificación docente que se presenta en esta memoria, las necesidades de espacios docentes requeridos simultáneamente durante los periodos intensivos en la sede común nunca serían superiores a dos aulas con capacidad para alrededor de 40 estudiantes. En el futuro dichas necesidades podrían verse ligeramente incrementadas si se aumentara la optatividad y fuera necesario realizar más solapamientos de aulas, pero en todo caso, las necesidades de aulas nunca superarían un aula de 40 estudiantes y dos de capacidad inferior (hasta 30 estudiantes).

En caso de ponerse en marcha el curso de laboratorio que se menciona, éste iría dirigido a un número reducido de estudiantes por lo que sería suficiente uno de los laboratorios del Departamento. Además, este laboratorio no se realizaría dentro del periodo intensivo de clases en las sedes comunes.

De todo ello puede concluirse que la Universitat Jaume I garantiza con holgura todas las necesidades de aulas y espacio requeridas para la impartición del Programa de Posgrado en Química Sostenible.

Además de ello, los estudiantes tendrán a su disposición el resto de equipamientos docentes de la Universitat Jaume I, entre los que podemos incluir las aulas de informática de los distintos centros y la Biblioteca común, cuyos datos más significativos serán proporcionados directamente por la Universitat. Por otro lado, el Programa contará con el apoyo de los distintos Servicios de la Universitat Jaume I, y muy en particular con el apoyo del Servicio de gestión de la docencia, de la Secretaría de la Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales y de la Secretaría y servicios del Departamento de Química Inorgánica y Orgánica.

8. Sistemas de Garantía de Calidad

Al tratarse de la reconversión de un Programa de Doctorado con Mención de Calidad que ha sido sometido a los procedimientos de auditoría correspondientes, tanto la Institución coordinadora como el resto de profesores e Instituciones participantes han estado desarrollando su labor en este ámbito bajo sistemas de garantía de calidad.

De modo ordinario, la gestión de los sistemas de calidad será responsabilidad de la Comisión Académica que con la colaboración de los otros órganos del Programa realizará de modo continuado los siguientes análisis:

- 1) Perfil de formación: Debe reflejar los conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas que deben adquirir los estudiantes a lo largo de su proceso formativo. En el seguimiento y evaluación de resultados en este apartado, con objeto de corregir los pequeños desajustes que puedan detectarse juega un papel fundamental el Consejo Asesor con participación tanto de sectores empresariales y profesionales como sociales. A este respecto, las principales asociaciones empresariales del sector como FEQUIME ó AFAQUIM ó la propia Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible, junto con las organizaciones sindicales más representativas han mostrado su apoyo a este Programa de Posgrado y están dispuestas a colaborar en el seguimiento y evaluación del Perfil de formación necesario en este ámbito.

La evaluación de este perfil considerará los siguientes aspectos:

La adecuación de los contenidos reales de cada una de las materias que conforman el Programa a los objetivos de formación que se persiguen.

La adecuación del número y tipología de los créditos ofertados y la duración total del Programa.

La adecuación en el empleo de los créditos ECTS en el diseño del Programa.

La evaluación de la organización de aulas y horarios así como la gestión del tamaño máximo de estudiantes admitidos (considerando que inicialmente sólo se pondrá en marcha un grupo) para evitar que la sobrecarga docente sobre el alumno redunde en una escasa eficiencia del proceso formativo.

La correcta coordinación docente, tanto en los contenidos de los programas como en la secuenciación de contenidos y en el desarrollo global de la enseñanza.

La complementariedad de los contenidos del Programa con los existentes en otros Programas de formación en los que los estudiante pueda completar su proceso formativo.

La adecuación al mercado laboral, atendiendo tanto a la tipología de las empresas e instituciones contratantes como al tipo de tareas a desarrollar, las competencias requeridas, etc.

- 2) Organización y desarrollo de la enseñanza, que debe considerar los siguientes aspectos cuyo control corresponde primariamente a la Comisión Académica:

La adecuación de horarios y grupos a las características de la enseñanza y de los estudiantes implicados.

El adecuado cumplimiento de la acción tutorial que, como se ha manifestado en esta memoria, debe ejercer un papel fundamental en el proceso formativo del estudiante en este Programa de Posgrado.

La adecuación de la metodología docente, favoreciendo la implantación de metodologías innovadoras y el trabajo cooperativo de distintos profesores dentro de una misma materia.

La optimización de la carga de trabajo del alumno, lo que resulta crucial en un sistema en el que coexisten actividades lectivas durante periodos intensivos en sedes comunes y actividades lectivas no intensivas en la Institución de origen. Se requiere por tanto el garantizar un adecuado equilibrio entre las distintas actividades para evitar que una sobrecarga innecesaria acabe conduciendo al no cumplimiento del programa de estudio.

La adecuada planificación anual del proceso de enseñanza y evaluación, de modo que ésta se produzca con suficiente antelación al proceso de matrícula.

La optimización del proceso de mantenimiento y renovación de los convenios con instituciones y empresas, así como de la ampliación de dichos convenios vertical y horizontalmente.

La adquisición, en el plazo más breve posible, de una dimensión europea para este Programa de Posgrado, tal y como se establece en esta memoria.

- 3) Gestión del personal, que será una responsabilidad compartida por la Comisión Académica con las Instituciones participantes y el Consejo Asesor, y que tendrá que evaluar los siguientes aspectos:

La adecuación del perfil investigador del profesorado con las enseñanzas que se le asignan, de modo que exista una adecuada vinculación de la investigación al proceso formativo.

La adecuada optimización del personal docente que tenga presente la existencia de un balance equilibrado entre los distintos perfiles necesarios: investigadores universitarios, profesionales, etc., al igual que la adecuada implicación de profesores doctores, profesores a tiempo completo, etc.

La optimización de los recursos de personal de administración y servicios involucrados en el proceso formativo.

El adecuado grado de motivación y satisfacción del profesorado implicado así como del PAS participante.

- 4) Evolución de los estudiantes. En este apartado se deberá realizar un seguimiento de la motivación de los mismos y su grado de satisfacción en las distintas etapas del proceso formativo, el grado de éxito en la inserción laboral al finalizar el Programa, las lagunas detectadas en el proceso de formación, etc.